

Aus der ATOS - Praxisklinik Heidelberg
Praxis für Schulter- und Ellenbogenchirurgie
(Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. habil. Peter Habermeyer)

Operationstechnik nach L' Episcopo zur Wiederherstellung der Schulterfunktion bei postero-
superioren Rotatorenmanschettenrupturen (eine Langzeitstudie)

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät
der

Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Nora Sophie Rappold

aus
Heidelberg
2009

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. habil. Peter Habermeyer

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Rüdiger Baumeister
Prof. Dr. med. Bernhard Heimkes

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Petra Magosch

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 22.01.09

Meiner Familie

- meinem Vater, meiner Mutter und Schwester -

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.2	Die Geschichte des L' Episcopo	7
1.3	Anatomie und Topographie des Schultergelenks	9
1.3.1	Schultergürtel und Gelenke	9
1.3.2	Ligamenta	10
1.3.3	Periartikuläre Bursae	11
1.4	Die Rotatorenmanschette	11
1.4.1	Innervation und Lage	12
1.4.2	Arterielle Versorgung der RM und des Schultergürtels	13
1.5	Funktionelle Anatomie der Rotatorenmanschette	13
1.5.1	Die Abduktion	15
1.5.2	Die Adduktion	15
1.5.3	Die Anteversion	15
1.5.4	Die Retroversion	16
1.5.5	Die Rotation des Armes	16
1.6	Bio- und Pathomechanik und Reißfestigkeit der Rotatorenmanschette	17
1.7	Ätiologie der Rotatorenmanschettenruptur	20
1.8	Diagnostik der Rotatorenmanschettenruptur	22
1.8.1	Anamnese	22
1.8.2	Inspektion	22
1.8.3	Palpation	23
1.8.4	Bewegungsprüfung	23
1.8.5	Spezifische Funktionstests	24
1.8.6	Bildgebung	26
2	Patienten und Methoden	28
2.1	Epidemiologische Daten	28
2.2	Studiendesign	29
2.3	Einteilung der Rotatorenmanschettenruptur	30
2.4	Klassifikation der Arthroseentwicklung nach Hamada et al. ⁵¹	32
2.5	Der Costant-Murley-Score ²³	32
2.5.1	Subjektive Punkte	33
2.5.2	Objektive Punkte	34
2.6	Das EMG	36
2.7	Statistik	36
2.7	Operatives Verfahren	37
2.7.1	Narkose und Lagerung	37
2.7.2	Operative Technik	37
2.7.3	Postoperative Physiotherapie	40
3	Ergebnisse	41
3.1	Gruppe I (= Patienten gesamt)	41
3.1.1	Präoperative Ergebnisse versus zwei Jahresergebnisse und präoperative Ergebnisse versus fünf Jahresergebnisse	41
3.1.2	Zwei Jahresergebnisse versus fünf Jahresergebnisse (Patienten gesamt)	50
3.2	Gruppe II (= Patienten mit Voroperation)	52
3.2.1	Präoperative Ergebnisse versus zwei Jahresergebnisse und präoperative Ergebnisse versus fünf Jahresergebnisse	52
3.2.2	Zwei Jahresergebnisse versus fünf Jahresergebnisse (Patienten mit Voroperation)	61
3.3	Gruppe III (= Patienten ohne Voroperation)	63

3.3.1	Präoperative Ergebnisse versus zwei Jahresergebnisse und präoperative Ergebnisse versus fünf Jahresergebnisse	63
3.3.2	Zwei Jahresergebnisse versus fünf Jahresergebnisse (Patienten ohne Voroperation)	74
3.4	Vergleich der Patientendaten mit und ohne Voroperation	76
3.4.1	Präoperative Werte der Patienten mit Voroperation versus Patienten ohne Voroperation	76
3.4.2	Zwei Jahresergebnisse der Patienten mit Voroperation versus Patienten ohne Voroperation	81
3.4.3	Fünf Jahresergebnisse der Patienten mit Voroperation versus Patienten ohne Voroperation	86
4	Diskussion	92
4.1	Ergebnisse und vorausgegangene Studien	92
4.2	Ziel dieser Studie	96
4.3	Präoperative Ausgangswerte	97
4.4	Zwei Jahresergebnisse	97
4.5	Fünfjahresergebnisse	98
4.6	Schwächen der Studie	99
4.7	Ergebnisse und Operationstechnik im direkten Literaturvergleich	100
4.8	Schlußfolgerung	102
5	Zusammenfassung	104
6	Literaturverzeichnis	106
7	Abkürzungsverzeichnis	112
8	Lebenslauf	113
9	Danksagung	115

Operationstechnik nach L' Episcopo zur Wiederherstellung der Schulterfunktion bei posterosuperioren Rotatorenmanschettenmassenrupturen (eine Langzeitstudie)

1 Einleitung

Die Behandlung einer Rotatorenmanschettenruptur wird seither uneins diskutiert. Verglichen werden die konservative Therapie ^{86, 101}, die arthroskopische Technik mit Debridement und Acromioplastik ¹⁷, die einfache direkte Rekonstruktion ¹⁰⁹ und andere offene operative Techniken ^{34, 98}, Schulterprothesen ¹² und Implantationen.

Die Ergebnisse der Patienten mit posterosuperiorer Rotatorenmanschettenmassenruptur sind hierbei meist unzufriedenstellend oder die Rupturen zeigen sich gegenüber den erwähnten Techniken völlig therapieresistent. Rerupturen und Komplikationen sind häufig.

Die Gründe hierfür sind verschieden. Die einfache Rekonstruktion der Manschette ist häufig nicht mehr möglich, wenn der Defekt zu groß ist und so eine Reinsertion der Sehne nicht mehr spannungsfrei gelingt. Die Größe des Defekts korreliert mit dem Ergebnis der Operation ^{35, 91}.

Ein weiterer Grund für schlechte Operationsergebnisse ist, die meist zu weit fortgeschrittene Muskeldegeneration ^{32, 46, 115}, die sich nicht mehr regeneriert und einen Funktionsverlust des Muskels zur Folge hat.

So rückte die Idee des Sehnen- und Muskeltransfers immer mehr in den Vordergrund. Zur Wiederherstellung der Schulterfunktion bei Parese des Plexus Brachialis berichten einige Autoren von erfolgreichem Sehnentransfer des Latissimus dorsi ⁸⁵, so auch in Kombination mit dem Teres major nach L' Episcopo ^{5, 24, 29, 31, 70, 107}.

Covey et al. erlangten zufriedenstellende Ergebnisse einer modifizierten Technik nach L' Episcopo bei Schultern Erwachsener mit Parese des Plexus Brachialis ²⁴.

Beauchamp et al. zeigen ebenfalls gute Ergebnisse der L' Episcopo Technik in Schultern mit Außenrotationsdefizit aufgrund einer Parese des Plexus Brachialis ⁵.

Gerber et al. konnten belegen, dass der Latissimus dorsi Transfer nach Gerber die Außenrotation und Abduktion der Patienten mit Rotatorenmanschettenmassenruptur verbessert. ^{36, 40, 43}

Ianotti et al. operierten vierzehn Patienten nach der Technik von Gerber. Sie erzielten zufriedenstellende Ergebnisse bei den Patienten, die präoperativ einen guten Trainingszustand auf-

wiesen. Die Patienten jedoch, die präoperativ in schlechterem Allgemeinzustand waren, zeigten postoperativ sogar schlechtere klinische Ergebnisse, als präoperativ⁶⁴.

Vasiu et al. kamen zu dem Schluss, dass der Muskeltransfer, besonders bei schlechter Sehnenqualität, einem hohen Grad der Muskelverfettung und einem beschädigten M. deltoideus, zu deutlich besseren Ergebnissen, als die einfache Rekonstruktion der Manschette führt¹⁰⁷.

Ziel der Studie war es, die Langzeitergebnisse des Muskeltransfers der Operationstechnik nach L' Episcopo zur Behandlung posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen darzulegen: die gemessenen Parameter und Funktionen zwei Jahre postoperativ zu präsentieren und die Ergebnisse im Verlauf, über einen durchschnittlichen Zeitraum von fünf Jahren, darzustellen. Ein weiteres Ziel war es einen möglichen Einfluss einer Voroperation auf das Ergebnis zu evaluieren.

1.2 Die Geschichte des L' Episcopo

Andreas Vesalius -Arzt, Chirurg und Anatom- betrieb seiner Zeit im 16. Jahrhundert als erster Forschung in der Anatomie am Menschen. Schon damals stellte er die Rotatorenmanschette mit Illustrationen in seinem Buch „De humanis corporis Fabrica Libri septi“ dar.

Dennoch war das Schultergelenk lange Zeit das sogenannte „vergessene Gelenk“⁶⁹. Rotatorenmanschettenläsionen galten als etwas sehr seltenes oder waren gänzlich unbekannt.

In den folgenden Jahrhunderten nahmen die Kenntnisse über die Anatomie und auch das Bewußtsein für diese „Erkrankung“ zu.

Man nahm lange an, dass diese Schulterverletzung nur bei Arbeitern insbesondere bei denen, die viel Überkopf arbeiteten, zu finden sei.

Die ersten Rotatorenmanschettenrekonstruktionen wurden in Deutschland durch die Chirurgen Müller (1898) und Perthes⁸⁹ vorgenommen. Müller refixierte die Supra- und Infraspinatusehne am Tuberculum majus zur Stabilisierung nach traumatischer Luxation⁶. In den Jahren darauf wurde über weitere Rekonstruktionen von Baer³ und Brickner¹⁶ berichtet. Den Abriß der Supraspinatusehne als eigenständige Verletzung beschrieb Buchholz 1922⁵⁵.

1934 erstellte Codman²¹ eine Systematik zu den verschiedenen rekonstruktiven Techniken und legte somit die Grundlagen zur Rotatorenmanschetten-Chirurgie. Jedoch waren die Ergebnisse dieser OP-Techniken sowohl anatomisch als auch funktionell primär enttäuschend. Besonders dann, wenn komplette Rupturen vorlagen, bei denen mindestens zwei Sehnen betroffen waren⁵².

Ebenfalls 1934 entwickelte L' Episcopo eine neue OP-Technik. Sie wurde ursprünglich bei der sogenannten Erb'schen Plexus Parese, einer durch ein Geburtstrauma ausgelöste Lähmung des Plexus brachialis angewandt. Diese Kinder zeigen eine Lähmung der Mm. supraspinatus und infraspinatus, und sind somit unfähig eine aktive Außenrotation durchzuführen. Weiter führt die chronische Schwäche dieser beiden Muskeln zu einer Kontraktion in Innenrotation und Adduktion. L' Episcopo führte hier einen Muskeltransfer der Mm. teres major und latissimus dorsi durch: die Sehnen der beiden Muskeln wurden von der Crista tuberculi minoris (anteromedial) auf die Außenseite des proximalen Humerus etwa auf Höhe des Collum chirurgicum (posterolateral) versetzt. So stellte er aus ursprünglichen Innenrotatoren aktive Außenrotatoren für die Schulter bereit.

Die Grundlagen für verschieden Techniken des Muskeltransfers bei fehlender Funktion der Außenrotation waren gelegt:

Auch heute wird in Studien, wie oben bereits erwähnt, immer wieder der Erfolg dieses Verfahrens belegt^{29, 61, 5}.

1998 beschrieb Celli den Muskeltransfer des Teres major beim erwachsenen Patienten, um den Funktionsverlust des M. infraspinatus nach Ruptur zu kompensieren¹⁹.

Eingeführt wurde der Latissimus dorsi Transfer bei posterosuperioren Rupturen von Gerber C. Auch Goldberg et al. waren der Meinung, dass beim aktiven Patienten mit großen Rissen in der Supraspinatus- und Infraspinatussehne und folglich starkem Außenrotations- und Abduktionsdefizit die Indikation zum Latissimus-dorsi-Transfer⁴⁵ steht. Diese Technik kann bei gleicher Indikationsstellung ersatzweise auch mit dem M. teres major durchgeführt werden¹⁹.

Beauchamp et al.⁵ zeigten 1998 ebenfalls zuverlässige Erfolge beim Transfer des Teres Major und des Latissimus dorsi nach L' Episcopo. Sie konnten die Außenrotation und Überkopfarbeit bei Erwachsenen mit Brachialer Plexus Parese verbessern.

Gerber C. konnte mit seiner Operationstechnik in mehreren Studien reproduzierbar befriedigende Ergebnisse erzielen^{36, 40, 43}.

Herzberg et al. betrieben Studien in Bezug auf Sehnenqualität und Reinsertionsort der zu verpflanzenden Muskeln und Sehnen^{59, 100}.

Nach Habermeyer et al. ist beim älteren Patienten mit weniger Funktionsanspruch, jedoch starkem Außenrotations-Lag-Sign und pathologischen Hornblower-Sign der Latissimus dorsi Transfer kombiniert mit dem Teres major nach L' Episcopo indiziert⁴⁸.

Noch existieren jedoch wenige Studien zu Langzeitergebnissen.

1.3 Anatomie und Topographie des Schultergelenks

Die große Bewegungsfreiheit unseres Armes und der Hand können wir primär auf das Schultergelenk zurückführen, einem Kugelgelenk mit drei Freiheitsgeraden. Im Zusammenspiel mit den Einheiten des Schultergürtels wird es zum Gelenk mit dem größten Bewegungsumfang des Körpers².

Die Gelenkfläche des Humeruskopfes (= HK) steht mit 24 cm² der Gelenkfläche der Pfanne mit 6 cm² in einem Verhältnis von 4:1 gegenüber⁹³. Auch hat der Humeruskopf einen viel geringeren Krümmungsradius als die Gelenkfläche⁶⁹. Daher benötigen wir eine Reihe von „statischen Strukturen und dynamischen Mechanismen“¹¹² zur Sicherung der glenohumeralen Stabilität und der perfekten Funktion des Gelenks. So soll auch Luxationen vorgebeugt werden, welche u.a. eine Ursache der Rotatorenmanschettenläsion sein können.

Die Gelenkfläche wird von einem Labrum Glenoidale (Pfannenlippe) aus gebündelten kollagenen Fasern umrandet, welches die Gelenkfläche vertieft (=Kavität)^{50, 68}. Nach Untersuchungen von Howell und Galinat trägt das Labrum zu ungefähr 50% zur Gesamt-Kavität bei⁶². Dadurch gewährleistet es zusätzlich eine reibungslose und sicher geführte Bewegung des Gelenks.

Eine Gelenkkapsel umgibt als „weiter, schlaffer Sack (Volumen von ca. 20 cm³)“ das Schultergelenk, welche in der Grundstellung des Armes den Recessus axillaris bildet. Die Gelenkkapsel kann daher mit Ausnahme zur Elevation und der Abduktion des Armes keinen Beitrag zur Stabilisierung des Gelenks leisten^{93, 112}. Sie dient einem Teil des „periartikulären Fasersystems“⁶³ zum Ursprung.

1.3.1 Schultergürtel und Gelenke

Die Skeletteile des Schultergürtels bestehend aus Clavicula und Skapula sind über das Acromioclaviculargelenk beweglich miteinander verbunden. Sie stehen ventral über das Sternoclaviculargelenk, dorsal muskulär mit dem Thorax in Verbindung. Hier handelt es sich nur physiologisch und nicht anatomisch um ein Gelenk, daher wird es auch als „falsches Gelenk“ bezeichnet⁶⁸.

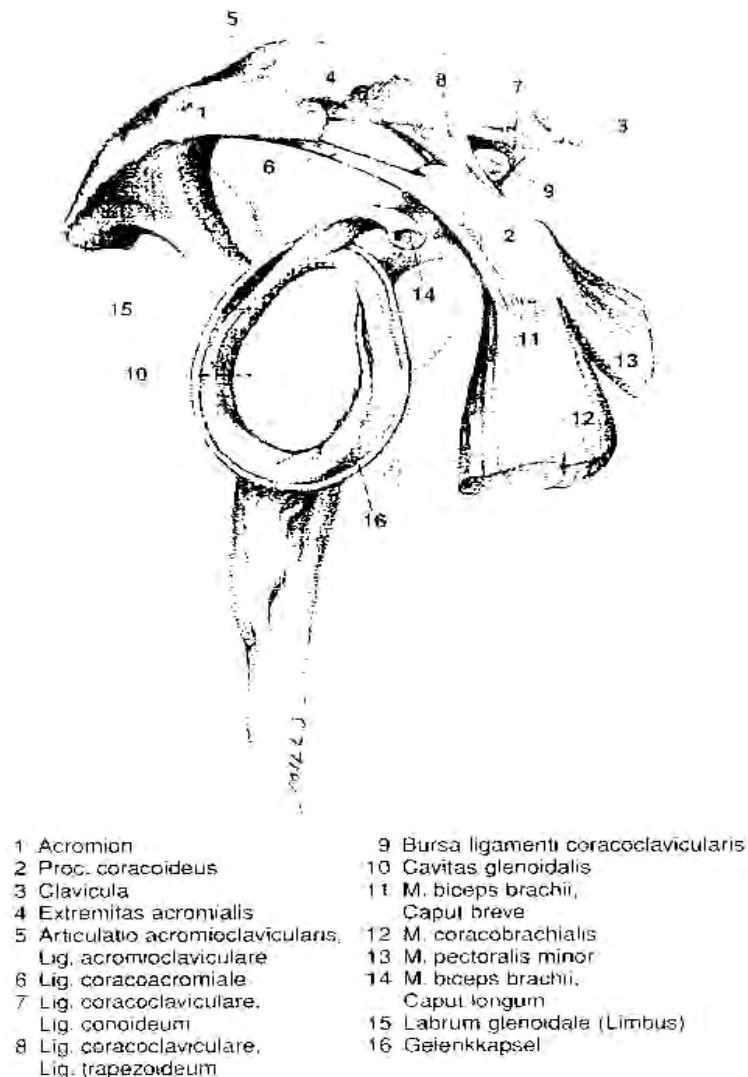


Abbildung 1: Verbindungen des Schultergürtels und Fornix humeri, Ventrolateralansicht. Humeruskopf aus dem Schultergelenk entfernt ⁹³.

1.3.2 Ligamenta

Die Bänder spielen für die Fixation des HK in der Pfanne eine untergeordnete Rolle ², viel eher verstärken sie die Gelenkkapsel ⁹², welche zusammen mit der Gelenkkonfiguration für das Ausmaß der glenohumeralen Translation, d.h. die Verschieblichkeit und das Gleiten des HK in der Pfanne des Gelenks verantwortlich ist ⁵³. Hier ist das Ligamentum coracohumerale und die Ligamenta glenohumeralia zu nennen. Zwischen diesen zwei Schwachstellen der Kapsel liegen: das superior gelegene Foramen nach WEITBRECHT und das inferior gelegene Foramen ROUVIERE ⁶⁸. Weiterhin gibt es das Lig. coracoacromiale, welches ohne direkte mechanische Funktion auf das Schultergelenk ⁶⁸, zusammen mit dem Acromion und dem Proc. coracoideus den Fornix Humeri bildet. Dieser dient als „vorgeschobener Muskelursprung“ ⁹³

und als Schutz des Schultergelenks nach kranial. Das „Rotatorenintervall“ wird die freie Stelle zwischen der Sehne des M. supraspinatus und des M. subscapularis genannt, welche vom Lig. coracoglenoidale bedeckt wird.

1.3.3 Periartikuläre Bursae

Bursae des Schultergelenks sind die Bursa subacromialis und subdeltoidea, Sie werden zusammen auch als „articulation sous deltoïdienne“⁶⁸ oder „subakromiales Nebengelenk“⁹⁰ bezeichnet. Auch sie stellen eine wichtige Komponente des Gleitmechanismus bei Bewegungen im Schultergelenk dar^{65,10}. Weiterhin kommuniziert häufig die Bursa subtendinea musculi subscapularis mit der Gelenkhöhle.

Nicht kommunizierende Bursen sind die Bursa subtendinea musculi infraspinati und die Bursa subcutanea acromialis.

1.4 Die Rotatorenmanschette

Nach Pauwels genügt der Tonus der Muskulatur, um den HK in der Pfanne zu halten⁸⁸. Auch nach Matsen F.A. III et al. ist das wichtigste dynamische Prinzip der Stabilität die muskuläre Balance⁷².

Diese stabilisierende Muskulatur wird von der sogenannten Rotatorenmanschette (RM) gebildet. Sie bildet mit Faserzügen ihrer Sehnen eine starke Bindegewebsplatte (=Sehnenmanschette) lateral um den HK herum und erweitert so das Gelenk funktionell⁹³. Die RM besteht aus vier Muskeln, welche noch vor den oben genannten Strukturen, den wichtigsten Part für die Fixierung des Humeruskopfes im Glenoid übernehmen und in die Gelenkkapsel einstrahlen. Dies sind die Mm. supra- und infraspinatus, der M. teres minor und der M. subscapularis.

Als weitere wesentliche Struktur ist die lange Bizepssehne zu nennen, deren Faserbündel „intraartikulär, jedoch extrasynovial“⁶⁸ verlaufen. Auch Fasern der Sehne des M. triceps brachii strahlen in die Gelenkkapsel mit ein und haben somit Anteil an der Spannung der Kapsel⁹. Die Sehne entspringt jedoch extrakapsulär am Tuberculum infraglenoidale⁶⁸.

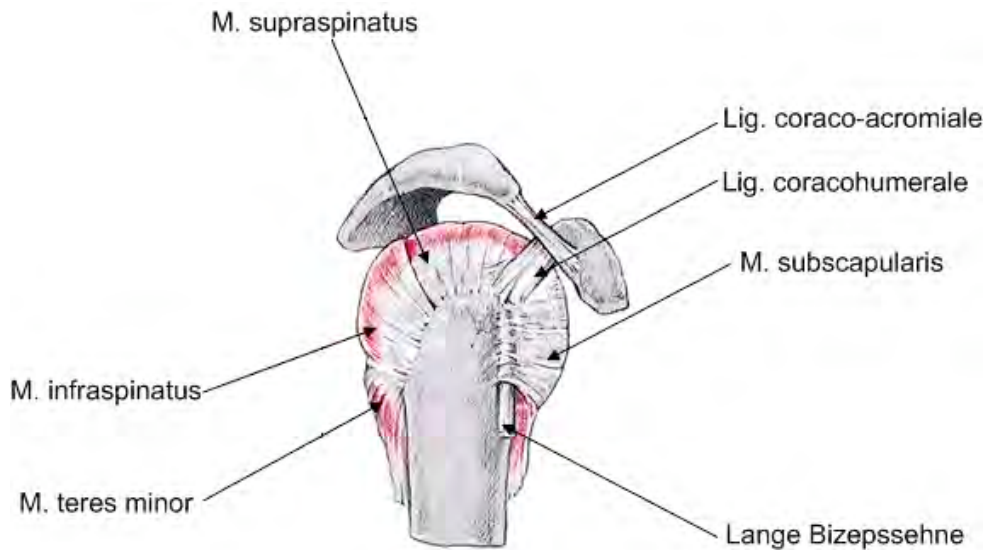


Abbildung 2: Die Rotatorenmanschette

1.4.1 Innervation und Lage

Der M. supraspinatus (SSP), dessen Sehne mit der Gelenkkapsel verwachsen ist, und der M. infraspinatus (ISP), dessen Sehne in die Kapsel einstrahlt, werden auch Kapselspanner genannt². Sie werden innerviert vom N. suprascapularis, der hoch oben vom Truncus superior des Plexus brachialis abgeht und durch die Incisura scapulae zieht. Der M. subscapularis (SSC) wird meist von zwei abgehenden Ästen des N. subscapularis innerviert, welcher den Muskel von hinten durchbohrt und im Verlauf häufig einen Ast zur Innervation des M. teres major abgibt. Ansonsten kann dieser auch vom N. thoracodorsalis innerviert sein. Äste des N. Axillaris innervieren den M. teres minor, der an seinem Ursprung mit dem ISP verwachsen ist. Gemeinsam sind sie für die Außen- u. Innenrotation und Abduktion des Armes verantwortlich. Näheres zu Ansatz und Ursprung s. Kapitel 1.5.

Der M. latissimus dorsi (= LD), „der flächenhaft größte Muskel unseres Körpers“¹⁰⁵ wird ebenfalls vom N. thoracodorsalis innerviert. Nach W. Kahle et al. ziehen vom M. latissimus dorsi als sogenannter „muskulöser Achselbogen“ häufig aberrante Muskelfasern zum M. pectoralis major⁹². Aufgrund seiner großen Fläche nimmt der LD seinen Ursprung an mehreren Stellen: an den Processi Spinosi des 6.-12. BWK und an den Lendenwirbelkörpern, am Os sacrum, der Crista iliaca, der 9.-12. Rippe und häufig zusätzlich vom Angulus inferior der Skapula. Zusammen mit dem M. teres major, der am Angulus inferior der Skapula entspringt, setzt er an der Crista tubercula minoris an. Über die Innervation des M. teres major findet man in der Literatur verschiedene Angaben. Dies ist mit seiner hohen anatomischen Variabilität zu

erklären. Nach Platzer⁹² und Schiebler et al.² wird er vom N. thoracodorsalis innerviert, wobei er nach J. Weineck¹¹¹ von Ästen des N. subscapularis innerviert wird. Er kann in wenigen Fällen auch ganz fehlen oder vollständig mit dem M. latissimus dorsi verwachsen sein⁹².

1.4.2 Arterielle Versorgung der RM und des Schultergürtels

Der dorsale Schulterbereich wird von der A. suprascapularis, die vom Truncus thyrocervicalis abgeht, versorgt. Sie bildet eine Anastomose an der dorsalen Fläche der Skapula mit der A. circumflexa scapulae, die aus der A. axillaris entspringt und durch die mediale Achsellücke zieht. Durch die laterale Achsellücke zieht zu 84% die A. circumflexa humeri posterior zusammen mit dem N. axillaris, selten verläuft sie unter dem M. teres major und geht von der A. profunda brachii ab⁷¹.

Es gibt eine hypovaskularisierte Zone nahe des Tuberculum majus am Ansatz der Supraspinatussehne, die sogenannte „kritische Zone“. Hier findet man das Zusammenflussgebiet der Aa. circumflexa humeri anterior und posterior sowie der A. thoracoacromialis²⁸.

Das ventrale Gebiet der Schulter versorgt die A. thoracoacromialis mit dem Ramus deltoideus. Die genannten Gefäße und Nerven in diesem Gebiet sind von viel lockerem Bindegewebe umgeben, und können sich dadurch je nach Lage des Armes verschieben. Dies muss bei offenen Eingriffen im Schulterbereich stets berücksichtigt werden²⁰.

1.5 Funktionelle Anatomie der Rotatorenmanschette

Die funktionelle Anatomie der RM sollte nie isoliert betrachtet werden. Sie muss im Zusammenhang mit den Elementen des Schultergürtels als komplexer Bewegungsablauf im Schultergelenk gesehen werden.

Die Bewegungen, die wir im Schultergelenk aus der Grundstellung (= Neutral-0-Stellung: „die obere Extremität hängt am Körper herab, so dass die Humeruslängsachse mit der Vertikalachse zusammenfällt“) ⁶⁸ durchführen können sind: Abduktion und Adduktion, Anteversion (= Flexion) und Retroversion (= Extension), und Außen- und Innenrotation. Diese sechs Bewegungen werden entlang dreier Hauptachsen ausgeführt:

- der transversalen Achse
- der anterior-posterior-Achse
- der vertikalen Achse

Wie im Kapitel 1.4. beschrieben, setzt sich die RM zusammen aus den Sehnen der Mm. *Subscapularis* (SSC: Ursprung: Fossa subscapularis, Ansatz: Tub. Minor und Gelenkkapsel), *Supraspinatus* (SSP: Ursprung: Fascia und Fossa supraspinatus, Ansatz: am oberen Teil des Tub. Major und der Gelenkkapsel), *Infraspinatus* (ISP: Ursprung: Fossa und Fascia Infraspinata, Ansatz: In der Mitte des Tub. Major und der Gelenkkapsel), *Teres minor* (Ursprung: Margo lateralis der Scapula, Ansatz: Am unteren Teil des Tub. Major und der Gelenkkapsel) und der *langen Bizepssehne* (LBS). Ansatz und Ursprung der Muskeln lassen auf ihre Funktion schließen.

Sie gemeinsam halten den Humeruskopf in der Pfanne, um so den beachtlichen Scher- und Kompressionskräften entgegen zu wirken, und ein Luxieren des Kopfes zu verhindern.

Eine Subluxation nach superior wird zum größten Teil durch den SSP verhindert, ist er rupturiert, tritt der HK direkt unter das Acromion. Dieser Vorgang löst die typischen Schmerzen einer Rotatorenmanschettenruptur aus⁶⁸.

1.5.1 Die Abduktion

Früher angenommen wurde, dass die Abduktion eine Bewegung aus dem synergistischen Zusammenspiel zweier Muskeln ist: dem M. Deltoideus mit einem Kraftanteil von 50% und dem SSP mit einem Kraftanteil von 35%. Elektromyographische Untersuchungen hierzu haben J.-J. Comet und Y. Auffray, 1970 durchgeführt²². Jedoch scheinen nicht weniger wichtig die Mm. SSC, ISP und Teres minor und auch der lange Bizepskopf zu sein, dessen Kraftanteil bei der Abduktion um 20% nach I.A. Kapandji, nach Habermeyer et al 15%¹¹² beträgt.

Man unterscheidet drei Phasen der Abduktion

1. Abduktion von 0° bis 60° allein durch die Bewegung des Schultergelenks
2. Abduktion 60° bis 120° unter Mitbewegung des Schulterblatts
3. Abduktion von 120° bis 180° unter Mitbewegung des Rumpfes zur Gegenseite

Die physiologische Abduktion geht meist mit einer Anteversion von ca. 30° einher.

Eine Ruptur der RM führt zu einem Kraftverlust von 46% in der Abduktion¹¹².

1.5.2 Die Adduktion

Die Adduktion ist aus der Grundstellung heraus nicht durchführbar. Jedoch in Kombination mit einer Retroversion ist eine sehr geringe Adduktion möglich. In Kombination mit einer Anteversion ist eine Adduktion von 30° bis 45° durchführbar.

Beteiligte Muskeln hieran sind:

1. Der M. teres major,
2. Der M. latissimus dorsi
3. Der M. pectoralis major und
4. Der M. rhomboideus (3. und 4. haben laut I.A. Kapandji eine „unentbehrliche synergistische Wirkung“⁶⁸)
5. Der lange Kopf des Triceps

1.5.3 Die Anteversion

Die Anteversion ist eine Bewegung einem Ausschlag von 180°.

Ausführende Muskeln:

1. Teile des M. deltoideus
2. Teile des M. pectoralis major

3. M. supraspinatus
4. Der lange Kopf des Bizeps
5. M. coracobrachialis

Auch hier unterscheidet man drei Phasen:

1. Anteversion von 0° bis $50-60^\circ$
2. Anteversion von 60° bis 120° (unter Drehung der Scapula von 60°)
3. Anteversion von 120° bis 180° (einseitig unter lateraler Flexion der Wirbelsäule)

Bei einer Rotatorenmanschettenmassenruptur haben wir einen Kraftverlust von 62% während der Anteversion ¹¹².

1.5.4 Die Retroversion

Die Retroversion hat einen Bewegungsausschlag von etwa 45° bis 50° .

Ausführende Muskeln der Retroversion im Schultergelenk sind:

1. Teile des M. Deltoideus
2. M. latissimus dorsi
3. M. teres major
4. M. teres minor

Ausführende Muskeln der Retroversion im Schulterblatt-Thoraxgelenk sind:

1. M. rhomboideus
2. M. latissimus dorsi
3. Teile des M. trapezius

Nach Habermeyer et. al ist der ISP ebenfalls an der Retroversion in der Horizontalen beteiligt ⁷⁵.

1.5.5 Die Rotation des Armes

Aus der Grundstellung wird der Arm im Ellenbogengelenk um 90° gebeugt, um das Rotationsausmaß zu messen. Diese Stellung ist willkürlich definiert, in der physiologischen Stellung wäre der Arm um 30° innenrotiert.

Die Außenrotation misst 80° , wobei selten 90° erreicht werden.

Das Ausmaß der Innenrotation beträgt 100° bis 110° . Hierbei wird jedoch der Arm hinter den Rücken geführt.

Die axiale Rotation des Armes um seine Längsachse kann aus jeglicher Position stattfinden.

Außenrotatoren sind:

1. M. infraspinatus
2. M. teres minor
3. M. supraspinatus

Der ISP ist mit einem Anteil von 74% an der Außenrotation beteiligt⁷⁴ und somit der stärkste Außenrotator. Bei einer Rotatorenmanschettenruptur beträgt der Kraftverlust in der Außenrotation 60%¹¹². Wichtig ist der Hinweis, dass die zwei erst genannten Muskeln zwar wie oben beschrieben von jeweils eigenständigen peripheren Nerven versorgt werden, diese jedoch aus demselben Rückenmarksegment (C5) entspringen, so dass beide Muskeln bei einem Unfall gleichzeitig gelähmt werden können⁶⁸.

Innenrotatoren sind:

1. M. subscapularis
2. M. pectoralis major
3. M. teres major
4. M. latissimus dorsi

Bei der Verletzung des SSC kann es zu einer pathologisch vermehrten Außenrotationsstellung des Armes⁹² kommen. Dies zeigt die besonders starke Funktion des SSC als Innenrotator. Hier wird deutlich, dass die zuletzt genannten Muskeln ihm nur unterstützend zuarbeiten¹⁰⁵. Im Falle einer Verletzung des SSC können der sog. „Lift- off- Test“, das „IRO- Lag- Sign“ und das „Belly- off- Zeichen“ positiv werden (näheres zu den spezifischen Tests Kap 1.8.5). Der SSC hat auch die Aufgabe einer aktiven Abschwächung einer unphysiologischen Außenrotation.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Innenrotatoren in Anzahl und Kraft ihren Antagonisten unterlegen sind¹⁰⁵.

1.6 Bio- und Pathomechanik und Reißfestigkeit der Rotatorenmanschette

Häufig wird das Größenmissverhältnis von Humeruskopf und Gelenkpfanne, wie auch ihre unterschiedliche strukturelle Beschaffenheit als Defizit angesehen. Sind jedoch alle Strukturen um das Schultergelenk herum in ihrem physiologischen Gleichgewicht, so ist dies eine perfekt funktionierende Einheit. Sie gewährleistet so das extreme Bewegungsausmaß unseres Armes bzw. der oberen Extremität.

Kranielle Instabilität, Kraftverlust, Bewegungseinschränkung und begleitende Schmerzen sind Folgen einer Ruptur in der Rotatorenmanschette.

Der M. supraspinatus sorgt besonders unterstützend für die Depression und Zentrierung des Kopfes in der Pfanne. Er weist gelenk - und acromialseitig unterschiedlich lange Hebelarme auf. Er ist Antagonist des Deltoideus. Folglich kommt es bei einer Supraspinatusverletzung zu einem Humeruskopfhochstand, da die Scherkraft des Deltoideus überwiegt ¹¹².

Nach A. Halder ⁴⁹ zeigen elektromyographische Studien, dass der Latissimus dorsi und der Teres major den stärksten Anteil daran haben, einer kraniellen Dezentrierung des HK entgegenzuwirken. Sie haben ähnliche nach kaudal gerichtete Kraft und gleichgroße Hebelarme wie der Deltoideus nach kranial. Damit hätten sie die effektivste Rolle der kraniocaudalen Balance und Schutz der Rotatorenmanschette.

Bei extremen Gelenkstellungen ist es schwer zu beurteilen, wo der Kraftvektor eines bestimmten Muskels während des gerade aktuellen Drehpunktes liegt ⁷⁴.

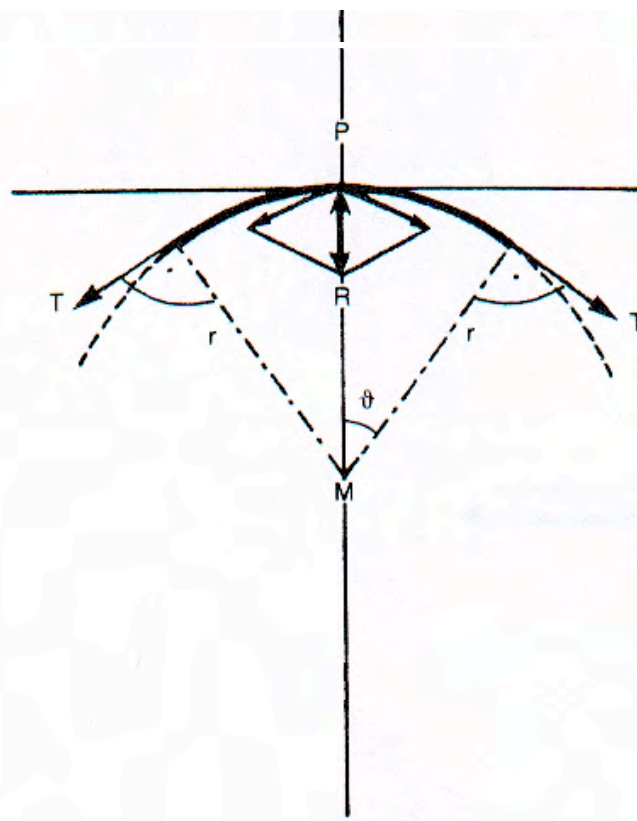
Die Pathomechanik einer Ruptur lässt sich größtenteils durch den Fakt herleiten, dass „trotz der Erhöhung des Sehnenansatzes am Tub. majus eine Umlenkung der Sehne insbesondere bei Innenrotation und Adduktionsbewegungen nötig ist“ ¹¹².

Auch muss bedacht werden, dass die Anspannung einer Sehne eines Muskels unter zwei Bedingungen stark ansteigt ⁵⁷:

- wenn die Ruhelänge des Muskels bei seiner Dehnung überschritten wird
- wenn der Muskel teilweise bindegewebig umgebaut ist, weil er dann weniger elastisch ist und der Dehnung nicht nachgeben kann

Die Muskeln der Rotatorenmanschette sind insgesamt wie ein Scherenmuster angeordnet ⁷³: anterior aus dem M. subscapularis, posterior aus den Mm. infraspinatus und Teres minor.

Zum Wirkungsprinzip der Rotatorenmanschette erstellten Himeno S. und Tsumura H. ⁶⁰ ein Modell, siehe Abb. 3.



T = Zug der RM; R = resultierende Kraft $= 2 \times T \times \sin \vartheta$, wobei ϑ = Winkelhalbierende des Kontaktwinkels der RM;
 P = Anpressdruck $= T/r$; r = Radius des Oberarmkopfes.

Abbildung 3: Wirkungsprinzip der Rotatorenmanschette ¹¹²

Da wir in unserer heutigen Gesellschaft ein zunehmendes Lebensalter erwarten können, steigen infolge dessen die degenerativen Veränderungen an unserem skelettalen System bzw. werden ihre Folgen bemerkt. Dies gilt ebenfalls für das Schultergelenk. Die physiologische Abnutzung, „die zigfache Wiederholung desselben Bewegungsvorganges“ kann nach der Meinung von Meyer ⁷⁸ schon allein ausreichen, um Veränderungen an der Gelenkkapsel, den Bursen und Sehnen hervorzurufen. Dies führt letztlich zu einer Rotatorenmanschettenruptur. Neer ⁸³ vertrat 1972 die Meinung, dass 95% der Rupturen auf diesen Mechanismus zurückzuführen sind.

Um diesen wie auch die anderen Entstehungsmechanismen der Rotatorenmanschettenruptur zu verstehen, muss man die subacromiale Anatomie nochmals genauer betrachten:

Während der Abduktion gleitet das Tub. majus und die Sehne des SSP auch unter physiologischen anatomischen Bedingungen unter den äußeren Teil des Fornix humeri ¹⁰⁴ und kann unter Druck geraten, ein sogenanntes Impingement. Das Impingement ist schlussfolgernd keine Diagnose, sondern beschreibt lediglich eine anatomische Lagebeziehung ¹¹².

1.7 Ätiologie der Rotatorenmanschettenruptur

Uthoff ¹⁰⁶ teilte die Entstehungsmechanismen der Rotatorenmanschettenruptur in

- 1) Extrinsische (äußere Ursachen) und
- 2) Intrinsische (innere, von der RM selbst ausgehende) Tendinopathien ein.

Zu 1): Das von Meyer beschriebene oben genannte Prinzip ist folglich den extrinsischen Tendinopathien zu zuordnen.

Weiter gehört hierzu die anlagebedingte Acromionform, mit der Einteilung in drei Typen nach Bigliani ⁸: Typ A ist definiert als ein flaches Acromion, Typ B weist eine leicht gekrümmte Unterfläche auf und Typ C zeigt ein Acromion mit einem ventralen, subacromialen Haken. Nach Zuckermann soll auch die Lage der Spina scapulae hierbei eine wichtige Rolle spielen ²⁵. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle Strukturen, die den Subacromialraum einengen, für ein subacromiales Impingement verantwortlich sein können. Hierzu gehören auch knöcherne Hyperostosen ⁴⁴ und ein verdicktes Lig. coracoacromiale ¹¹⁰.

Zu einem vordern oder coracoidalem Impingement können eine idiopathische Formvariante des Coracoids ¹¹², eine posttraumatische subcoracoide Enge oder eine chronischen ventralen Luxation führen.

Weiter ist das von Neer beschriebene Supraspinatus-Outlet-Syndrom zu nennen ⁸⁴. Es wird in ein funktionelles durch intrinsische Faktoren (Tendinosis calcarea, Cuff-Arthropathie, Patientenalter, Blutversorgung) hervorgerufenen und ein anatomisches durch extrinsische Faktoren (Acromion, Bursitis, Humeruskopf, Coracoid) entstandenes Impingement unterteilt ¹¹².

Zu 2): Zu den intrinsischen Tendinopathien gehören die Folgen der Durchblutungssituation der Internistischen Krankheitsbilder wie Diabetes mellitus, chronische Polyarthrititis und renale Osteopathie.

Ob die Vaskularisierung eine Rolle für die Ätiologie der Rotatorenmanschettenruptur spielt, ist in der Literatur umstritten. Es geht um die oben genannte „kritische Zone, ein Areal von 0,5-1cm“ am Sehnenansatz des Supraspinatus am Tuberculum majus. Insbesondere die kompletten Rupturen sind hier sehr häufig. Untersuchungen von Mosley und Goldie ⁸¹ zeigten, dass die Sehnen der Manschette von Gefäßen, die sowohl von der muskulären als auch von der knöchernen Seite des Sehnenansatzes entspringen, sehr gut versorgt werden. Dies betrifft ihrer Meinung auch die sogenannte kritische Zone. Rathbun and MacNab ⁹⁴ sind der Auffassung, dass nicht die gegebenen Anatomie für eine zeitweise Hypovaskularisierung der Zone verantwortlich ist. Sie machten die Stellung des Armes in Abduktion und Innenrotation, welche „die Gefäße gleichsam temporär ausdrücke“ hierfür verantwortlich. Später fanden

Uhthoff and Loehr ⁷⁶, dass nicht die bursanahe Seite, sondern die artikuläre Seite der kritischen Zone minder vaskularisiert ist. Das entspricht der Stelle an der die artikulären Partialrupturen häufig sind.

Auch das Alter der Sehnen korreliert mit dem Auftreten der Rupturen. Mit höherem Lebensalter scheint die „innere Anordnung der Kollagenfasern“ abzunehmen ¹⁵. Sicher ist auch das extrem seltene Vorkommen einer kompletten Ruptur vor dem 40. Lebensjahr ⁵⁴, siehe Tab. 1.

Alter	Häufigkeit
< 40 Jahre	keine partielle/komplette Ruptur
< 50 Jahre	5% partielle/komplette Rupturen
< 60 Jahre	11% partielle/komplette Rupturen
> 70 Jahre	50% partielle/komplette Rupturen
> 80 Jahre	80% partielle/komplette Rupturen

Tabelle 1: Sonographische altersbezogene Prävalenz der Rotatorenmanschettenruptur ⁷⁹

Eine weitere Einteilung der Rotatorenmanschettenruptur ist die nach Neer und Poppen ⁸⁴. Sie teilen die Rupturen in drei Gruppen

- Gruppe I : Traumatische Rupturen
- Gruppe II : Mit Schultergelenksluxation kombinierte Rupturen
- Gruppe III: Sekundäre Rupturen nach Supraspinatus-Outlet-Syndrom

In den Gruppen I und II ist es wichtig insbesondere auf die Reißfestigkeit der SSP-Sehne einzugehen, die jedoch in wenigen Studien beschrieben wird. Zusätzlich sind diese Studien methodisch schlecht miteinander vergleichbar ⁷⁵. Fukuda et al. ³³ unterteilte die Sehne nach gelenk- und bursanahen Anteilen. Itoi ⁶⁶ zerlegte den M. Supraspinatus in einen proximalen, mittleren und distalen Teil. Sie fanden ein Verhältnis von 4:1 in der Reißfestigkeit der ventralen Anteile zu den dorsalen Anteilen. Insgesamt bestand eine Reißfestigkeit von 652 Newton. Während in der erst genannten Studie eine getrennte Reißfestigkeit von ca. 500 Newton gemessen wurde und die bursaseitigen Sehnenschichten mehr Zugkraft standhielten als die artikulärseitigen Sehnen.

Hier nochmals zu erwähnen sei das Alter des Muskels, da der Muskel aufgrund des bindegewebigen Umbaus weniger dehnbar ist, die Spannung viel schneller ansteigt und somit früher die maximale Zugbelastung erreicht wird ⁹⁶.

Degenerative Rupturen d.h. ohne korrelierendes adäquates Ereignis gehören meist der Gruppe III an. Die Sehne wird sozusagen von unten bis zur kompletten Ruptur aufgeschürft³³.

Insbesondere die Rupturen der Supraspinatus- und Infraspinatussehne lassen sich zu 50% auf den Boden atraumatischer Prozesse zurückführen⁴⁸. Wohingegen isolierte Rupturen der Subscapularissehne zu 70% alleine durch ein adäquates Trauma ausgelöst werden können¹⁴.

Insgesamt lassen sich alle Rotatorenmanschettenrupturen aufteilen in: *komplette Rupturen* wie sie alle Patienten in dieser Studie aufweisen, und *inkomplette Rupturen*, welche bursaseitig, artikulärseitig und intratendinös liegen können.

1.8 Diagnostik der Rotatorenmanschettenruptur

Vor jeder Therapie einer Rotatorenmanschettenruptur, die nach Gebrauch und Funktionsansprüchen des Patienten individuell abgestimmt werden sollte, steht die korrekte Diagnostik, mit dem Ziel eine möglichst exakte Diagnose zu stellen.

Das akute Ereignis der Ruptur kann vom Schmerzgrad sehr unterschiedlich aussehen. Die Schmerzen sind abhängig von der Vorschädigung der Muskeln und davon, ob die Ruptur akut traumatisch oder degenerativ entstanden ist. Häufig ist eine inverse Korrelation zwischen Rupturgröße und Schmerzsymptomatik zu finden⁹⁹. Weiterhin begleiten Kraft- und Funktionsverlust das Ereignis.

1.8.1 Anamnese

Am Anfang jeder körperlichen Untersuchung sollte das Gespräch mit dem Patienten d.h. die Anamnese stehen. Ist die Ruptur beispielsweise mit einem Unfall einhergegangen, ist wichtig zu erfragen, wie der Patient stürzte, da so häufig leichter auf die Art und den Ort der Läsion zu schließen ist. Auch die Dauer und Art der Beschwerden können wichtige Hinweise für die Rekonstruierbarkeit der Manschette sein. Bateman ist der Meinung, dass es beinahe möglich ist, allein auf diesem Weg die Diagnose zu stellen⁴.

1.8.2 Inspektion

Weiter folgt die Inspektion nach Prellungen, äußeren Verletzungszeichen, Blutergüssen, welche häufig zu sehen sind, wenn die Ruptur im Sehnenansatzgebiet stattfand. Auch auf den Hautturgor ist zu achten. Schwellungen weisen häufig auf ein von Bursa und Deltoideus verstecktes Hämatom hin. Ebenfalls sollte nach Muskelatrophien geschaut werden, welche den

Hinweis auf eine länger bestehende Schädigung geben. Insbesondere Muskelatrophien im Bereich der Fossa supra- und infraspinata lassen uns von einer posterosuperioren Ruptur, welche Thema dieser Arbeit ist, ausgehen⁹⁹.

1.8.3 Palpation

Jetzt folgt die Palpation des Schultergelenks, des Tuberculum majus und minus mit Ansätzen des SSP und ISP. Auch tastet man den Processus Coracoideus, sowie den Sulcus intertubercularis mit der LBS. Bei der Begutachtung einer Rotatorenmanschettenruptur mit Beteiligung des SSP können mit dem Griff nach Codman²¹, welcher als Pioneer der Schultererkrankungen gilt, Krepitationen unter dem Fornix Humeri getastet werden: Von hinten legt der Untersucher seine Hand - mit den Fingern vorne seitlich - auf die zu untersuchende Schulter des Patienten.

1.8.4 Bewegungsprüfung

Die Bewegungsprüfung erfolgt nach der Neutral-Null-Methode. Selbstverständlich im Seitenvergleich. Zunächst sollte die passive Bewegung getestet werden. Sie ist zwar bei einer frischen Verletzung schmerzhaft, jedoch 3-14 Tage nach dem Ereignis frei.

Haben wir eine aktive Pseudoparalyse d.h. aktive Bewegungen können, nach Ausschluß neurologischer Ausfälle, gar nicht mehr durchgeführt werden, kann von einer frischen Verletzung ausgegangen werden.

Der aktive Bewegungsverlust jedoch lässt keinen Rückschluß auf die Rupturgröße zu.

1.8.5 Spezifische Funktionstests

Das ARO-Lag-Sign:

Der Name des „Lag-Signs“ lässt sich durch die Bewegungsdifferenz zwischen der aktiven und passiven Bewegungsamplitude herleiten. Die Größe des „Lags“ korreliert hierbei mit der Größe der Ruptur ⁵⁸.

Der Patient sitzt, der Untersucher steht seitlich hinter ihm. Jetzt hält er den Arm in leichter Flexion, Abduktion und maximaler Außenrotation, wobei er mit der anderen Hand den Ellenbogen des Patienten stützen kann. Kann der Patient die maximale Außenrotation nicht halten und der Arm fällt in die Innenrotation zurück, ist das Zeichen positiv. Dies lässt auf eine starke kombinierte Verletzung des Supraspinatus und Infraspinatus schließen.

Das Horn-Blower-Sign:

Auf die assoziierte Ruptur von ISP und Teres minor lässt das Horn-Blower-Sign schließen. Es ist pathologisch, wenn der Patient um die Hand zum Mund zu führen, das Ellenbogengelenk höher heben muss als die Hand. Da diesen Patienten jegliche Außenrotation in Abduktion unmöglich ist. Bei degenerativen Rotatorenmanschettenläsionen besitzt es eine 100%ige Sensitivität und 93%ige Spezifität für dritt- und viertgradige Verletzungen des TM ¹⁰⁸. Das unten genannte Drop-arm-Sign wie auch das Horn-Blower-Sign, werden zur Indikation einer operativen Therapie herangezogen ⁹⁹.

Das Droparm-Sign:

In 90 Grad Elevation ist die Außenrotationskraft des M.deltoideus ausgeschaltet, und so kann spezifisch die Kraft des Teres minor und ISP getestet werden. Der Untersucher hält von hinten den Arm des sitzenden Patienten auf Skapularebene abduziert und hält ihn dann unterstützend am Ellenbogengelenk fest, so dass der Unterarm herabhängt. Nun führt er eine passive maximale Außenrotation aus. Kann diese vom Patienten nicht gehalten werden, ist dies ein Zeichen für eine Schädigung des ISP ⁷.

Der Jobe-Test ⁶⁷:

Hier wird der M. supraspinatus getestet. In Innenrotation, gibt er Auskunft über die Integrität der posterioren Anteile des Muskels: Der Arm ist in 90 Grad Abduktion und 30 Grad Horizontalflexion auf Skapularebene angehoben und in maximaler Innenrotation, so dass die Daumen auf den Boden zeigen. Man testet die ventralen Anteile des SSP, indem man diesen Test in Außenrotation durchführt. Jetzt übt der Untersucher Druck auf den ausgestreckten Unterarm. Pathologisch fällt der Test aus, wenn im Seitenvergleich ein Unterschied in der Muskelkraft auftritt (Einteilung 1-5; siehe Tab.1, S. 19) und/ oder ein reproduzierbarer Schmerz auftritt.

Der Außenrotationstest nach Patte:

Bei 90 Grad Abduktion und Außenrotation des um 30 Grad horizontal flektiertem Armes, gegen Widerstand des Untersuchers, wird hier die Kraft des M. infraspinatus, als stärkster Außenrotator, aber auch Teile des SSP und des Teres minor geprüft.

Der TM wird in der Regel zusammen mit dem ISP getestet.

Der Lift-off Test ³⁹:

Hierbei wird der M. subscapularis getestet. Der Patient führt den Arm der Handfläche nach außen auf Höhe der LWS hinter den Rücken. Nun soll er die Hand aktiv nach hinten gegen die Hand des Untersuchers drücken. Der Test fällt pathologisch aus, wenn der Patient die Hand nicht vom Körper wegbewegen kann.

Das Innenrotations-Lag-Sign:

Hier wird ebenfalls die Kraft des SSC überprüft. Der Arm wird in der Position des Lift-off-Tests vom Rücken aktiv ferngehalten. Kann der Patient diese Position nicht halten, ist der Test pathologisch.

Der Belly-Press-Test:

Falls beide oben genannten Tests für den SSC nicht durchführbar sind oder der Patient starke Schmerzen angibt, wird der Belly-Press-Test durchgeführt. Ist dieser positiv, zeigt er die Unfähigkeit des Patienten den Arm bei geradem Handgelenk, passiv flektiert und maximal in-

nenrotiert, auf dem Bauch zu halten. Es kommt zum Abknicken des Handgelenks oder die Schulter wird angehoben, da der SSC, der als stärkster Innenrotator gilt, erheblich geschwächt ist, und somit die Außenrotatoren überwiegen. Diese Endstellung wird auch „Napoleon-Zeichen“ genannt. Sie wurde von Burkhart und Tehrany graduiert ¹⁷. Zu erwähnen sei noch, dass man bei Massenrupturen mit Beteiligung des SSC den Arm häufig in einer antero-superioren Subluxationsstellung vorfindet ⁹⁹.

Tests für die lange Bizepssehne:

Bei dieser Sehne sollte nochmals besonders auf die Inspektion hingewiesen werden. Der sogenannte „Popeye-Muskel“ (distale Verdickung des Muskelbauchs) weist auf proximale Läsionen der LBS hin. Klinisch oft schlecht zu nutzen ist der Yergason-Test ¹¹³: Supination gegen Widerstand bei dem zu 90 Grad gebeugtem Ellenbogengelenk führt zu Anspannung der LBS und bei Verletzung zu provoziertem Schmerz. Klinisch aussagekräftiger ist der Palm-up-Test. Er gibt Hinweise auf Läsionen im Rotatorenmanschettenintervall im Zusammenhang mit der LBS. Der Patient sollte im Sitzen in 90 Grad Elevationstellung und maximaler Supination den Arm gegen Widerstand halten können.

Einteilung der Muskelkraft	
1	Muskelkontraktion, aber keine Bewegung des Arms
2	Bewegung des Arms, aber nicht gegen Schwerkraft
3	Bewegung des Arms gegen Schwerkraft
4	Bewegung des Arms gegen Widerstand
5	Normale Kraft gegen vollen Widerstand

Tabelle 2: Einteilung der Muskelkraft nach Cyriax ²⁶

1.8.6 Bildgebung

Haben wir nach der ausgiebigen körperlichen Untersuchung den verhärteten Verdacht einer Rotatorenmanschettenläsion, ist hiermit die Indikation zu einer bildgebenden Diagnostik gegeben.

Röntgenbilder sollten im a.-p. Strahlengang mit korrekter Einstellung des Gelenkspalts (true a.-p.), in axialer und in Supraspinatustunnelaufnahme angefertigt werden. Hier sollte auf

Traktionsosteophyten der Akromionunterkante, sowie Osteophyten des AC-Gelenks geachtet werden, da hiermit eine Korrelation mit Defekten der RM gesichert ist ^{13, 27}. Weiter sieht man selbstverständlich sämtliche pathologische Strukturen, wie z.B. Kalkeinlagerungen.

Ein wichtiges radiologisches Kriterium ist der acromiohumerale Abstand (AHA) (Normwert: 7-14 mm) ¹³. Ist die Ruptur frisch, zeigt sich hier noch keine pathologische Veränderung ³⁷.

Der Humeruskopf wandert innerhalb von Monaten nach dem Ereignis nach kranial.

Die Sonographie der Schulter nach standardisierter Methodik und Kriterien von Hedtmann und Fett ⁵⁶ ist zur Diagnostik der Rotatorenmanschettenruptur sehr treffsicher. Hier ist es möglich das Fehlen von Sehnen, Strukturunterbrechungen, Kalibersprünge, eine Konturumkehr der Sehnenkappe, oder Flüssigkeitsansammlungen, wie z.B. ein Hämatom, eine Bursitis, oder Gelenkleck, zu erkennen. In der dynamischen Untersuchung ist eine mögliche Pathologie an der LBS sichtbar. Ebenfalls ist in der Sonographie eine eventuell vorhandene Muskelatrophie zu erkennen.

Eine Magnetresonanztomographie lässt mit Hilfe von Kontrastmittel (=KM) die genauesten Aussagen über Größe und Lokalisation einer Läsion, sowie Sehnendicke, evt. Retraktionsgrad und Muskelatrophie- und Verfettung zu.

Eine Computertomographie selbst mit KM ist nicht sinnvoll, sie erlaubt keinen Nachweis einer Rotatorenmanschettenruptur.

2 Patienten und Methoden

2.1 Epidemiologische Daten

In der vorliegenden Studie wurden im Zeitraum von 1998 bis 2000 achtzehn Patienten mit einer kompletten posterosuperioren Rotatorenmanschettenruptur (Grad IV nach Bateman) ⁴ nach standardisierter Operationstechnik vom selben Chirurgen operiert. Die Diagnose wurde auf der Basis der klinischen Untersuchung, des Constant-Scores, eines MRTs und eines Röntgenbildes in 3 Ebenen gestellt. Die Patienten wiesen alle ein positives Außenrotations-Lag-Sign auf. Im MRT zeigte sich sowohl eine komplette Ruptur des M. supra- und infraspinatus mit einem Retraktionsgrad drei nach Patte ⁸⁷ als auch eine Muskelatrophie Grad drei nach der Klassifikation von Thomazeau ¹⁰³. Eine Rotatorenmanschettenrekonstruktion war nicht mehr möglich. Auswahlkriterien waren ein intakter M. subscapularis und ein intakter M. Deltoideus, ein präoperativer AHA von $\leq 5\text{mm}$ und ein klinisch bedeutendes Außenrotationsdefizit.

Alle 18 Patienten wurden durch eine Rotatorenmanschettenersatzplastik mittels Latissimusdorsi- und Teres major-Transfer nach L' Episcopo versorgt. Zusätzlich wurde eine Neurolyse des Nervus axillaris und des Nervus radialis durchgeführt.

Mit Hilfe der klinischen Tests und des MRT-Bildes konnte man bei 16 Patienten von einem intaktem M. subscapularis und M. teres minor ausgehen, welches sich intraoperativ bestätigte. Ebenfalls zeigten alle Patienten einen intakten Deltoideus, der für das klinische Outcome bei kompletten Rotatorenmanschettenrupturen von großer Relevanz ist ⁴⁷.

Elf Rupturen waren traumatisch bedingt, davon waren neun der Patienten männlich. Sechs Rupturen waren atraumatischer Ätiologie, hiervon waren vier der Patienten weiblich. Insgesamt wurden sechs Frauen und zwölf Männer operiert. Drei der gesamten Patienten gingen einem handwerklichen Beruf nach.

Fünf der achtzehn Patienten waren voroperiert.

Das durchschnittliche Patientenalter bei der Operation betrug 55 Jahre (von 34 bis 71).

Bei 17 Patienten war rechts die betroffene sowie die dominante Seite, ein Patient wurde links operiert. Dieser jedoch verweigerte nach einem objektiv guten postoperativen Ergebnis weiterhin an der Studie teilzunehmen.

Die mittlere Symptombdauer bis zur Operation betrug 30,6 Monate (Min. 3 und Max. 120). Bestimmt man die Rupturen nach der Anamnesedauer, hatten fünf Patienten eine subakute Ruptur, drei eine chronische und zehn eine alte Ruptur.

2.2 Studiendesign

In dieser prospektiven Studie wurden zwei Nachuntersuchungen durchgeführt. Die erste erfolgte nach durchschnittlichen 24,7 Monaten (von 13 bis 39 Monaten), die zweite nach durchschnittlichen 70,8 Monaten (von 60 bis 87) postoperativ. Es wurden drei Patientengruppen gebildet: Gruppe I (= alle Patienten, die an der Studie teilgenommen haben), Gruppe II (= Patienten mit Voroperation), Gruppe III (= Patienten ohne Voroperation). Von allen drei Gruppen wurden die präoperativen Werte jeweils versus die Werte der zwei Jahre postoperativ erfolgten Untersuchung ausgewertet, als auch versus die Werte der fünf Jahre postoperativ erfolgten Untersuchung. Dann wurden die zwei Jahresergebnisse gegen die fünf Jahresergebnisse ausgewertet. Zuletzt wurden die Werte der Patienten der Gruppe II mit den Werten der Patienten der Gruppe III verglichen.

Zu allen Untersuchungszeitpunkten wurde die Schulterfunktion mit dem Constant Score evaluiert.

An Untersuchungen erfolgten präoperativ, wie oben genannt: eine klinische Untersuchung, ein Röntgenbild in drei Ebenen und ein MRT.

Bei den zwei Nachuntersuchungen wurde jeweils eine klinische Untersuchung durchgeführt, der Bewegungsumfang wurde aktiv und passiv gemessen. Auch wurde wiederholt das ARO-Lag-Sign, das Droparm-Sign und auch das Hornblower-Sign dokumentiert. Ein Röntgenbild in 3 Ebenen wurde angefertigt, um den acromiohumeralen Abstand - als anatomisches Korrelat zur Humeruskopfkranialisierung - zu messen und den Arthrosegrad nach Hamada ⁵¹ zu beurteilen. Sonographisch wurde der Flap nach Rissen oder Rerupturen überprüft. Bei allen Untersuchungen wurde standardisiert mit dem Sonographiegerät: Fa. Siemens. Sonoline Prima geschallt.

Auch wurde wiederholt die objektive und subjektive Schulterfunktion per Constant Score evaluiert. Wichtig ist hier die Selbsteinschätzung von Schmerz, Kraft, Bewegung und Aktivität im Alltag. Zusätzlich wurde ein EMG abgeleitet, um die Aktivität des transplantierten Muskels in isometrischer Außenrotation im Vergleich zu seiner Aktivität in isometrischer Innenrotation zu messen.

2.3 Einteilung der Rotatorenmanschettenruptur

Die Einteilung der Rotatorenmanschettenruptur nach Ort, Größe, Form, struktureller Qualität des Muskels und Beteiligung der LBS, ist für eine folgende pathologiekonforme Therapie nötig. Sie sollte auf die Funktionsansprüche und Motivation des Patienten abgestimmt werden. Auch um Operationsergebnisse in verschiedenen Studien vergleichen zu können, ist eine Einteilung der Rupturen sehr sinnvoll. Aus diesen Gründen fordert Patte M.D. schon in den Anfängen der RM-Chirurgie ein allgemein gültiges Klassifikationsystem, was er 1990 als Ergebnis 25-jähriger Forschung in Mitarbeit von Debeyre und Goutallier vorstellte ⁸⁷.

Die Komplette Ruptur wird nach Bateman ⁴ hinsichtlich ihrer Defektgröße, welche humeral-seitig bestimmt wird, eingeteilt, siehe Tab. 3.

Grad I	<1cm
Grad II	1-3cm
Grad III	3-5cm
Grad IV	>5cm

Tabelle 3: Einteilung der Kompletten Ruptur nach Bateman

Auch die Einteilung nach der Dauer der Beschwerden kann einen prognostisch wichtigen Faktor darstellen, siehe Tab. 4.

Akut	<6 Wochen
Subakut	6 Wochen – 6 Monate
Chronisch	6 Monate – 1 Jahr
Alt	> 1 Jahr

Tabelle 4: Einteilung der Anamnesedauer der Ruptur ⁴⁸

Als weitere wichtige präoperative prognostische Faktoren sind die Sehnenretraktion nach Patte ⁸⁷ und die Muskelatrophie nach Thomazeau ¹⁰³ im MRT zu bewerten, siehe Tab.5 und Abb. 4.

Beurteilung der Muskelatrophie und Sehnenretraktion

Sehnenretraktion nach Patte	Muskelatrophie im CT	Muskelatrophie im MRT
I: Sehnenstumpf liegt zw. Tub. Majus und Apex	I: Keine Veränderung	I: normaler od. leicht atrophierter Muskel / Fossa supraspinata zw. 1.00 und 0.60
II: Sehnenstumpf liegt zw. Apex und Glenoidrand	II: Intramuskuläres Fett < musk. Volumen	II: mäßige Atrophie, Verhältnis Muskel / Fossa supraspinata zwischen 0.60 und 0.40
III: Sehnenstumpf liegt hinter dem Glenoidrand	III Intramuskuläres Fett = musk. Volumen	III: starke Atrophie Verhältnis Muskel / Fossa Supraspinata < 0.40
	IV: Intramuskuläres Fett > musk. Volumen	

Tabelle 5: Einteilung der Sehnenretraktion nach Patte und Muskelatrophie nach Thomazeau

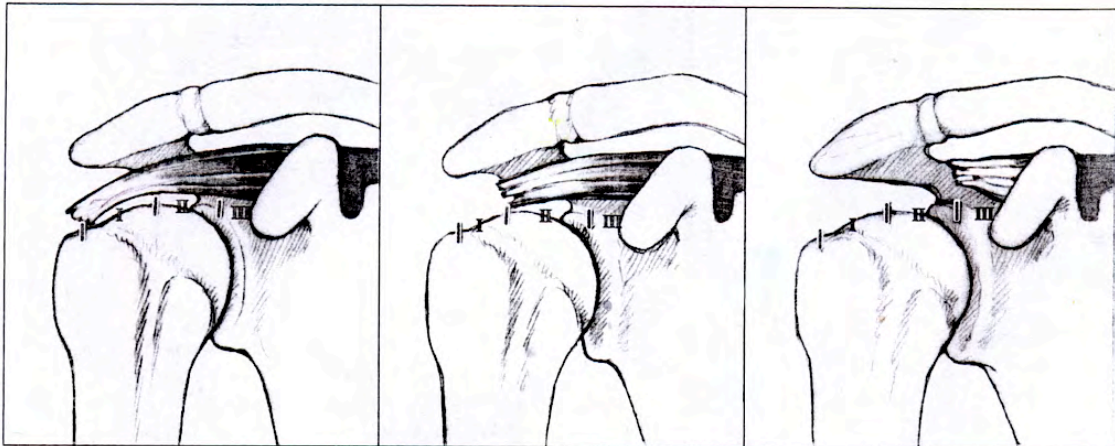


Abbildung 4: Sehnenretraktion nach Patte⁸⁷

- Grad I** : Der Sehnenstumpf liegt zwischen Tuberculum majus und Apex
- Grad II** : Der Sehnenstumpf liegt zwischen Apex und Glenoidrand
- Grad III** : Der Sehnenstumpf liegt hinter dem Glenoidrand

2.4 Klassifikation der Arthroseentwicklung nach Hamada et al. ⁵¹

Diese Klassifikation ist mit ihren Kriterien exakt für eine Arthroseentwicklung nach kompletter Rotatorenmanschettenruptur entwickelt.

Hierbei wird der AHA als Hauptbeurteilungskriterium genutzt, da er sich in der Vergangenheit in der Literatur als sensibler Faktor der kompletten Rotatorenmanschettenruptur erwiesen hat. Röntgenographisch wird die Arthrose nach Rotatorenmanschettenruptur in fünf Stufen eingeteilt.

Grad I	AHA > 6 mm
Grad II	AHA kleiner/gleich 5 mm
Grad III	Acetabularisierung kommt zu den Bedingungen von Grad II (Def. Acetabularisierung: Konkave Deformität der Acromionunterseite). Man unterscheidet zwei Subtypen: 1. Eine ausgerundete Excavation 2. Eine Deformität entlang der überzogenen Spur des Coracoacromialen Bandes)
Grad IV	Eine Einengung des glenohumeralen Gelenks kommt zu den Kennfaktoren von Grad III hinzu
Grad V	Beinhaltet Umstände des Humeruskopfkollapses, welche charakteristisch für eine Arthrose bei kompletter Manschettenruptur sind.

Tabelle 6: Klassifikation der Arthroseentwicklung nach Hamada et al.

2.5 Der Constant-Murley-Score ²³

Er repräsentiert den „goldenen Standard“, um eine klinisch allumfassende Beurteilung der Schulterfunktion zu erhalten und durchgeführte Studien am Schultergelenk zu vergleichen.

Nach einer Studie von Yian et al. wird mit dem ursprünglichen „absoluten“ Test nach Constant die Schulterfunktion von Frauen über vierzig Jahren und Männern über sechzig Jahren überschätzt ¹¹⁴. Daher wurden die Ergebnisse nach Boehm et al. kraftadaptiert, alters- und geschlechtskorrigiert gewertet ¹¹.

Jahre	<u>Constant Score</u>	
	Männer %	Frauen %
20-30	95	86
31-40	96	86
41-50	94	87
51-60	92	84
61-70	89	83

Tabelle 7: Der Constant-Murley-Score

Der Test ist mit einem Fehler von 3% (0% bis 8%) weitgehend Untersucher unabhängig ²³. Auch kann er, mit wenig komplizierten Meßmethoden, für jede Funktionsprüfung der Schulter unabhängig von der Diagnose herangezogen werden.

Der Fragebogen basiert auf einem 100 Punkte System und beinhaltet sowohl subjektive Parameter als auch objektive Faktoren. 35 Punkte werden für die subjektive Einschätzung und 65 Punkte für die objektive Wertung gegeben.

Auch laut einer Studie von Marèchal ⁷⁷ soll diese Punkteverteilung die Sensitivste sein.

2.5.1 Subjektive Punkte

Der erste subjektiv einzuschätzende Parameter ist der Schmerz. Er ist klar als der schlimmste Schmerz definiert, den der Patient beim verrichten der alltäglichen Arbeiten verspürt. Der Patient soll diesen per visueller Analogskala angeben ⁹⁵. Insgesamt kann er maximal 15 Punkte eintragen. 15 Punkte bedeuten der Patient hat keine Schmerzen, 10 Punkte er hat milde Schmerzen, 5 Punkte er hat mäßige Schmerzen und 0 Punkte bedeuten starke Schmerzen.

Für Aktivitäten des täglichen Lebens werden insgesamt 20 Punkte gegeben. Diese Faktoren werden ebenfalls subjektiv vom Patienten beurteilt. Hierzu gehören 4 Punkte für Arbeitsfähigkeit, 4 Punkte für Freizeitaktivität, und 2 Punkte für ungestörten Schlaf. Weiter gehört hierzu die Fähigkeit des Patienten mit der Hand Arbeiten auf fünf verschiedenen Levels auszuführen. Das erste Level beginnt an der Gürtellinie, dann kommt das Xiphoid, der Nacken, der Scheitel und die letzte Station ist „Überkopf“. Hier können in zweier Schritten insgesamt 10 Punkte erreicht werden. Diese Aufgabe wird nicht getestet, der Patient wird gebeten, dies selbst einzuschätzen.

2.5.2 Objektive Punkte

Das Bewegungsausmaß wird am sitzenden Patienten für die aktive schmerzfreie Bewegung in vier Ebenen beurteilt, auf Englisch die sogenannte „Range of motion“ (=ROM). Gegeben werden 10 Punkte für Anteversion, 10 Punkte für Abduktion, 10 Punkte für Außenrotation und 10 Punkte für Innenrotation. Insgesamt können demnach 40 Punkte erreicht werden. Bei der Anteversion und Abduktion wird mit einem Goniometer der Winkel ausgemessen. Außenrotation und Innenrotation werden nach ihrer funktionellen Relevanz gemessen: Außenrotation wird kombiniert mit Flexion und Abduktion getestet und Innenrotation wird in Kombination mit Extension und Adduktion getestet. Reine Außen- und Innenrotation haben keine funktionelle Relevanz. Der Patient sollte dadurch keinen Nachteil erhalten.

Als letzter Punkt wird die Kraft als Abduktionskraft im 90 Grad Winkel gemessen. Falls der Patient dies nicht kann, kann auch in einem kleineren Winkel gemessen werden. Nach der Methode von Moseley⁸⁰ wird für jedes Pound, welches der Patient halten kann ein Punkt vergeben. Eine gesunde Schulter eines 25-jährigen sollte ohne Probleme 25 Pound heben können. Somit können als Maximum insgesamt 25 Punkte erreicht werden.

In dieser Studie erfolgte die Kraftmessung mit einem Isobex Dynamometer (Cursor SA, Bern, Switzerland).

Constant ScoreSchulter- und Ellenbogenchirurgie
ATOS Proxisklinik, HeidelbergProf. Dr. med. habil. Peter Habermeyer
Dr. med. Sven Lichtenberg

Kontaktnummer	13	Patientennummer	
Untersuchungsdatum	07.01.2004	Name	
Untersucher	<input type="text"/>	Vorname	
Untersuchte Seite	<input type="text" value="links"/>	Geburtsdatum	
		Alter	

Schmerz

Schmerz Anamnese

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☒ 14 ☐ 15

Schmerz 14

AktivitätArbeitsfähigkeit ☐ 0 ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4Sportfähigkeit ☒ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4ungestörter Schlaf ☒ 0 ☐ 1 ☐ 2

2

Aktivität des Armes schmerzlos

☐ unterhalb der Taille☐ bis Xiphoid☒ bis Nacken☐ bis Scheitel☐ über Kopf

6

Aktivität 8

Beweglichkeit

Flexion

☐ 0-30°☐ 31-60°☐ 61-90°☒ 91-120°☐ 121-150°☐ 151-180°

Abduktion

☐ 0-30°☐ 31-60°☒ 61-90°☐ 91-120°☐ 121-150°☐ 151-180°

Außenrotation

☒ hinter den Kopf, Ellenbogen vorne☒ auf den Kopf, Ellenbogen vorne☒ hinter den Kopf, Ellenbogen hinten☐ auf den Kopf, Ellenbogen hinten☐ volle Elevation

Innenrotation

☐ seitl Oberschenkel☒ Gesäß☐ Sakroiliakalgelenk☐ LWS☐ Th 12☐ SchulterblattPunkte Flexion
6Punkte Abduktion
4Punkte Aussenrotation
6Punkte Innenrotation
2 18**Kraft**

Kraftmessung

kg (max. 12 kg)

Kraft in Punkten

erreichte Punkte 40

Prozent 53,3333333

nur verwertbar ohne Kraftmessung

Abbildung 5: Der Constant und Murley Score

2.6 Das EMG

Mit einem EMG wurde kontrolliert, wie stark der Muskelflap postoperativ seine Funktion als Außenrotator übernommen hat, d.h. ob stärker bei der Außenrotation als der Innenrotation arbeitet.



Abbildung 6: EMG - Ableitung

2.7 Statistik

Statistische Analysen wurden mit SSPS Version 13.0 errechnet (SSPS Inc., Chicago, Illinois). Insgesamt kamen drei verschiedene statistische Tests zur Anwendung:

Um den signifikanten Unterschied der prä- und postoperativen Parameter des Constant Scores, sowie die Parameter der Untersuchung zwei Jahre postoperativ mit denen der Untersuchung fünf Jahre postoperativ zu berechnen, wurde der Wilcoxon Signed Rank Test verwendet.

Mit dem Mc Nemar Test wurde die signifikante Differenz zu den unterschiedlichen Nachuntersuchungsterminen im ARO-Lag-Signs, im Hornblower-Signs und im Droparm-Signs errechnet.

Um die Signifikanz der Ergebnisse der zwei Subgruppen (Patienten ohne Voroperation versus Patienten mit Voroperation) zu berechnen, wurde der Mann-Whitney Test genutzt.

Das signifikante Level wurde bei $p \leq 0,05$ gesetzt.

2.7 Operatives Verfahren

2.7.1 Narkose und Lagerung

Der Patient wird in Seitenlage gelagert. Gute Polsterung aller Extremitäten. Sterile zirkuläre Abdeckung der zu operierenden Schulter. Es erfolgte eine Intubationsnarkose.

2.7.2 Operative Technik

Der Zugang wird von dorsal nach Beauchamps gewählt: In einer Ausdehnung von 15 cm, beginnend am Unterrand der Pars spinalis des M. deltoideus zum proximalen Drittel des Oberarms ziehend.

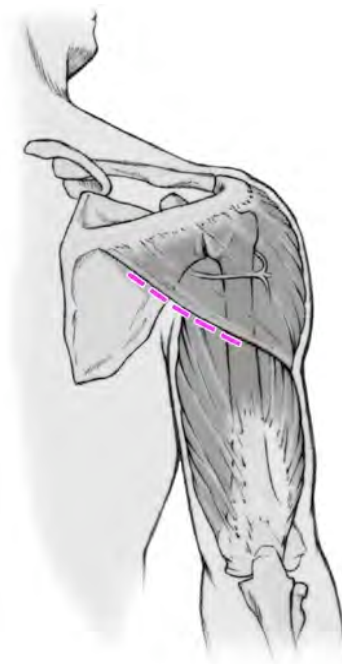


Abbildung 7: Zugang nach Beauchamp ⁵

Es folgt nun die Präparation am Hinterrand des M. deltoideus und Darstellung des M. teres major. Dann wird die hintere Achsellücke aufgesucht und sorgfältig dargestellt. Hierbei erfolgt die Freilegung mit Neurolyse des N. axillaris. Der Axillaris ist bei dieser Operation prinzipiell gefährdet. Aus diesem Grund muss auf eine sehr sorgfältige Darstellung geachtet werden, um hier einen iatrogenen Schaden zu vermeiden.

Im nächsten Schritt folgt nun die Freilegung des M. latissimus dorsi und die Freipräparation vom M. trizeps brachii. Am Unterrand des M. latissimus wird der N. radialis aufgesucht und

dargestellt. Auch dieser Nerv ist gefährdet, da er direkt am Unterrand des Sehnenpiegels des Latissimus dorsi kreuzt. Dann beginnt auch hier die Durchführung einer langstreckigen Neurolyse, um einen iatrogenen Schaden zu vermeiden. Nun Freipräparation der beiden Sehnenansätze des Teres major und des Latissimus dorsi an der Crista humeri.

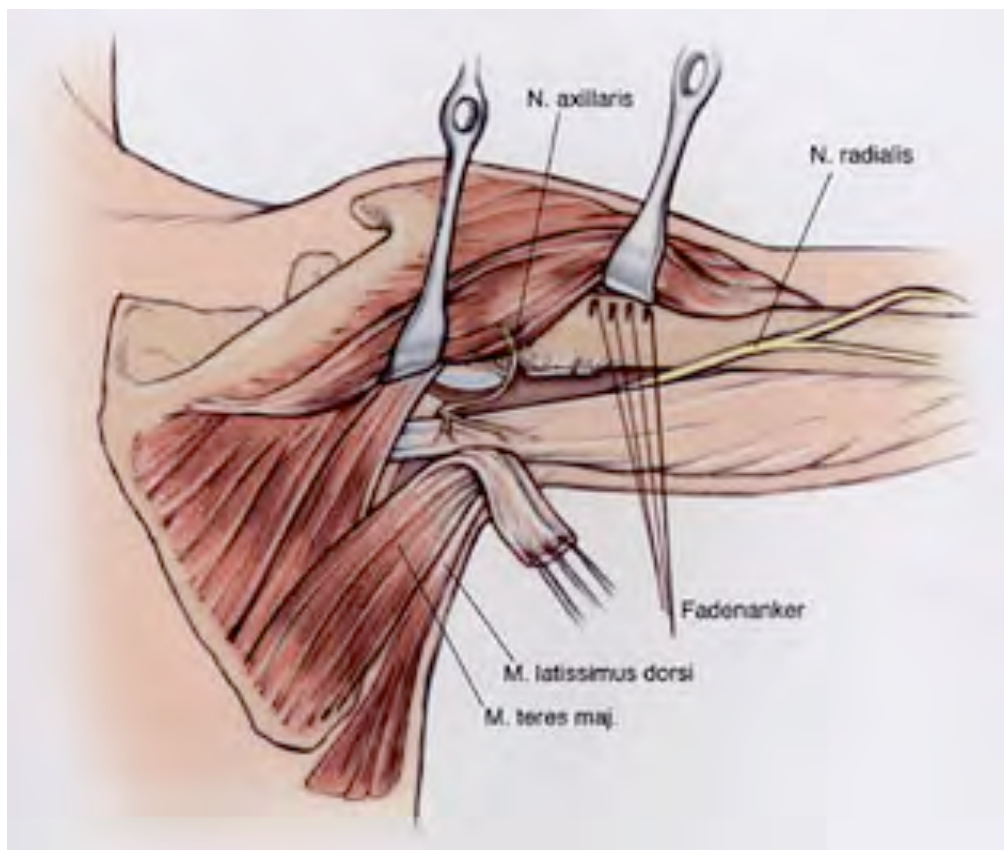


Abbildung 8: Technik nach L' Episcopo - Abgelöste Sehnen des Latissimus dorsi und Teres major, bereits angebrachte Nahtanker

Beide Sehnenblätter werden scharf direkt vom Humerusschaft abgesetzt. Nach dorsal werden die beiden Muskeln von Weichgewebe befreit, um einen ausreichenden Schwenkradius zu erreichen. Schließlich werden die Sehnen mit Haltefäden armiert und die beiden Schwenklappen mobilisiert.

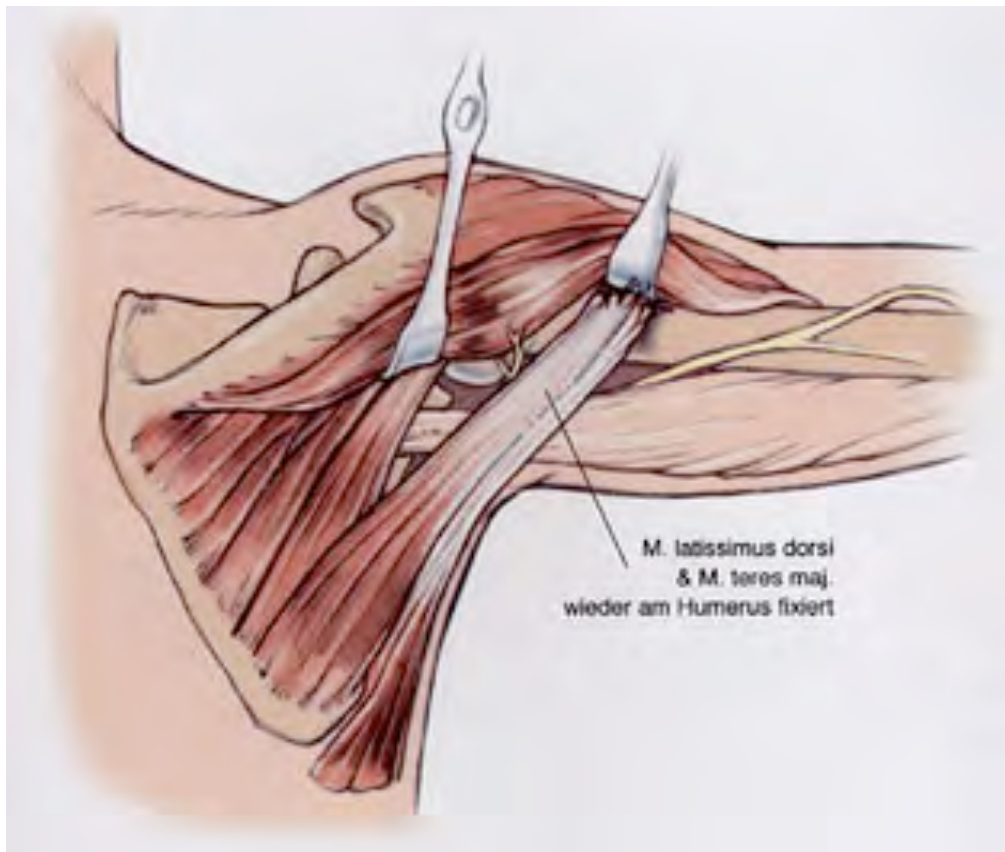


Abbildung 9: L' Episcopo – Transferierte Sehnen

In Abduktion und Außenrotation des Armes wird nun an der lateralen Seite des proximalen Oberarms freipräpariert und 4 - 5 Bohrkanäle mit jeweils 2 mm Durchmesser gesetzt. Hierüber werden 4 – 5 Corkscrew-Ankerschrauben eingedreht, die mit jeweils 2 Fäden Ethibond Stärke II besetzt sind.

Mit Hilfe dieser Fäden werden die beiden Schwenklappen vernäht und der Latissimus dorsi und Teres major an die Lateralseite des proximalen Humerusschaftes stabil verankert.

Eine stabile, primär übungsstabile Naht wird gewählt. Abschließend ist es wichtig auf Blut-trockenheit zu achten. Eine Redondrainage wird eingelegt und es folgt dann schichtweise der Wundverschluß. Carbostesin-Infiltration subacromial und in die Wundränder. Es werden ein Kompressionsverband und eine Gilchristbandage angelegt.

2.7.3 Postoperative Physiotherapie

Die postoperative Physiotherapie wurde bei allen 17 Patienten standardisiert durchgeführt.

Die nächsten 24 h Ruhigstellung im Gilchristverband. Dann Anlegen eines BREG-Bracing-Abduktionskissens für die Dauer von drei Wochen.

1. bis 3. Woche:

Nur Lymphdrainage, Isometrie und vorsichtige passive Krankengymnastik streng limitiert auf 30° Abduktion, 30° Flexion, 60° Innenrotation, 0° Außenrotation.

Ab der 4. Woche:

Aktiv-assistiv unter Beachtung der Schmerzgrenze steigern auf 60° Abduktion, 90° Flexion, 60° Innenrotation vor der Körperachse und weiterhin 0° Außenrotation. Weiterhin Außenrotation nur passiv beüben.

Ab der 5. Woche:

Steigern auf 120° Flexion, 90° Abduktion, freie IRO. ARO kann langsam vorsichtig auf 30° aktiv-assistiv beübt werden.

Ab der 7. Woche:

Freigabe der freien ROM. Erarbeiten der freien Flexion, Elevation, IRO und langsam der ARO.

Beginn mit isometrisch und konzentrisch-exzentrischem Deltatraining sowie Training der Schulterstabilisatoren.

Kein Hanteltraining mit langem Hebelarm. Arbeiten mit Zugsystemen und Isokinetik.

PNF-Techniken. Eigentherapie mit Theraband.

Nach Erreichen der freien Elevation, ab der 8. Woche erweiterte ambulante Physiotherapie.

3 Ergebnisse

Von den ursprünglich achtzehn Patienten, die an der Studie teilnahmen, erfolgte bei siebzehn Patienten eine Nachuntersuchung nach mittleren 24,7 Monaten (Min: 13; Max: 39) postoperativ. Zwölf der ursprünglich 18 Patienten wurden ebenfalls nach mittleren 70,75 Monaten (Min: 60; Max: 87) nachuntersucht. Gründe für das Ausbleiben zur Nachuntersuchung waren verschieden: Ein Patient musste aufgrund mangelnder Compliance von der Studie ausgeschlossen werden, zwei sind unbekannt verzogen, vier weitere wollten trotz objektiv guter Ergebnisse und subjektiver Zufriedenheit nicht an der zweiten Nachuntersuchung teilnehmen. Es gab keine Komplikationen in der frühen postoperativen Phase. Es traten weder Nervenläsionen noch Infektionen auf.

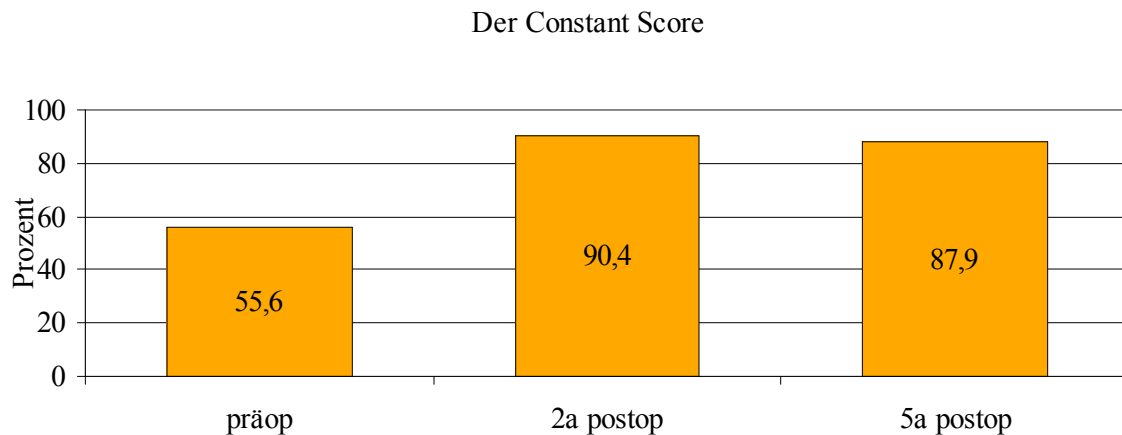
Bei keinem Patient war bis zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung eine Reruptur zu verzeichnen.

Bei der Untersuchung zwei Jahre postoperativ waren dreizehn der Patienten sehr zufrieden mit dem Ergebnis, vier der Patienten waren zufrieden. Alle würden die Operation unter gleichen Bedingungen wiederholen.

3.1 Gruppe I (= Patienten gesamt)

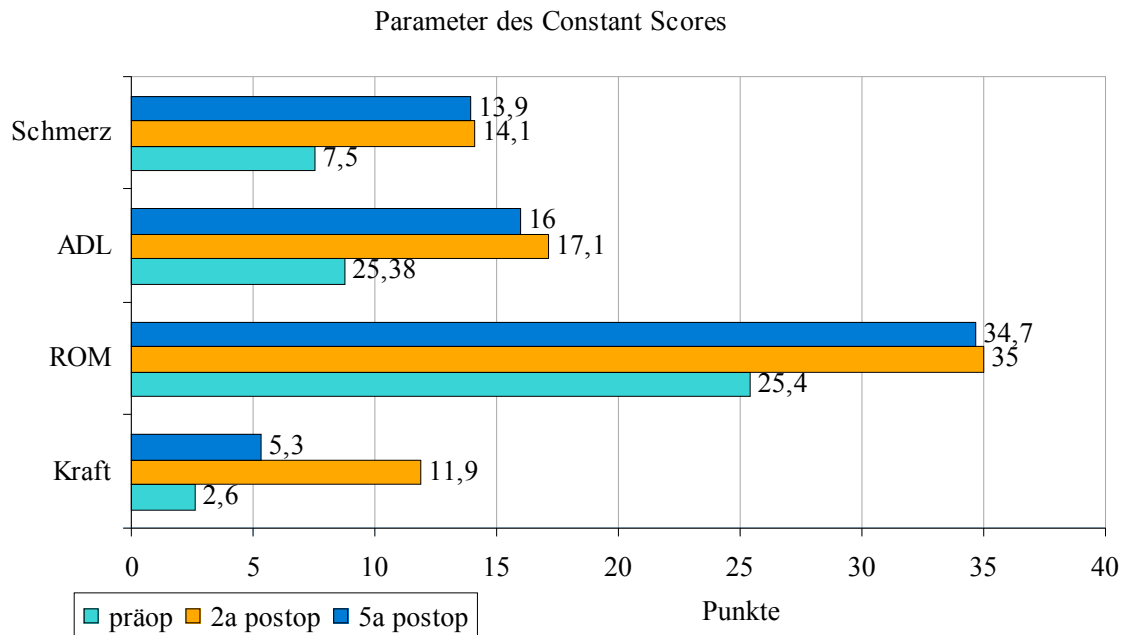
3.1.1 Präoperative Ergebnisse versus zwei Jahresergebnisse und präoperative Ergebnisse versus fünf Jahresergebnisse

Der alters- und geschlechtsgewichtete Constant Score verbesserte sich signifikant von mittleren 55,6 % mit einer Standardabweichung (= SD) von $\pm 21,1$ präoperativ auf 90,4 % ($SD \pm 19,9$) zwei Jahre postoperativ ($p = 0,0001$). Zur Untersuchung fünf Jahre postoperativ konnte er mit einer minimalen Verringerung bei 87,9 % verzeichnet werden ($SD \pm 12,8$; $p = 0,0001$), siehe Figur 1.



Figur 1: Der Constant Score der gesamten Patienten

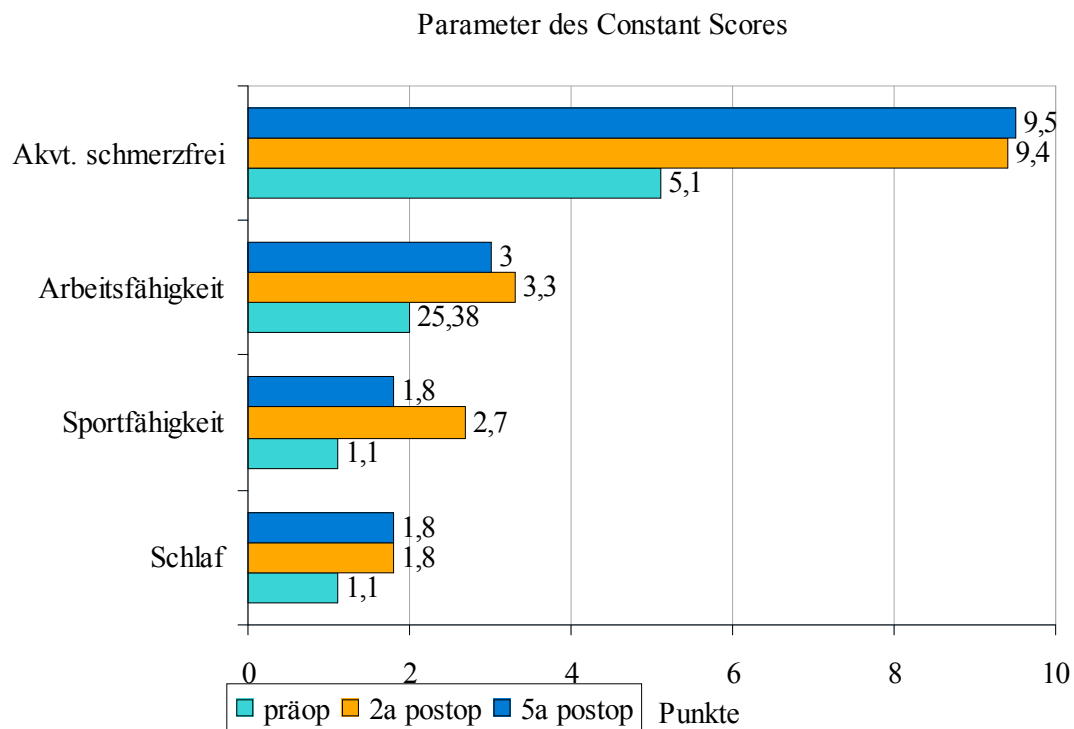
Eine nahezu völlige Schmerzfreiheit konnte im Mittel von 7,5 Punkten ($SD \pm 4,2$) vor der Operation mit mittleren 14,1 Punkten mit ($SD \pm 2,1$; $p = 0,0001$) zwei Jahre nach der Operation erreicht werden. Mit 13,9 Punkten ($SD \pm 2,2$) zur letzten Nachuntersuchung blieben die Patienten beinahe schmerzfrei ($p = 0,056$). Bei den Aktivitäten des Alltags konnten sich die Patienten von mittleren präoperativen 8,8 Punkten ($SD \pm 4,9$) auf 17,1 Punkte (von 20) ($SD \pm 3,4$) zwei Jahre postoperativ deutlich verbessern ($p = 0,0001$) und zur letzten Nachuntersuchung konnten noch immer 16,0 Punkte ($SD \pm 2,2$) erreicht werden ($p = 0,0001$). Die mittlere Punktzahl für das freie Bewegungsausmaß stieg signifikant von 25,4 Punkten ($SD \pm 11,8$) vor der Operation, auf 34,9 Punkte ($SD \pm 6,8$) zwei Jahre nach der Operation ($p = 0,0001$). Fünf Jahre postoperativ wurde mit 34,7 Punkten ($SD \pm 4,5$; $p = 0,056$) fast derselbe Wert dokumentiert. Die mittleren Werte der Kraft nahm von 2,6 Punkten ($SD \pm 3,1$) präoperativ auf 11,9 Punkte ($SD \pm 7,7$) zwei Jahre postoperativ signifikant bedeutend zu ($p = 0,0001$). Fünf Jahre postoperativ konnten 5,3 Punkte ($SD \pm 1,9$) erreicht werden ($p = 0,0001$). Dies stellt noch immer eine signifikante Besserung zu den präoperativen Werten dar, siehe Figur 2.



Figur 2: Parameter des Constant Scores der gesamten Patienten

Die Aktivität des Armes schmerzfrei verbesserte sich im Median signifikant von 5,1 Punkten ($SD \pm 2,2$) vor der Operation auf 9,4 Punkte ($SD \pm 1,4$) zwei Jahre postoperativ ($p = 0,0001$). Sie blieb zur Nachuntersuchung fünf Jahre postoperativ auf 9,5 Punkten ($SD \pm 1,2$; $p = 0,0001$). Der durchschnittliche Wert für Arbeitsfähigkeit stieg von 2,0 Punkten präoperativ ($SD \pm 1,3$) auf 3,3 Punkte ($SD \pm 1,2$) zur Untersuchung zwei Jahre postoperativ ($p = 0,056$) und zur Untersuchung fünf Jahre postoperativ konnten mittlere 3,0 Punkte ($SD \pm 1,2$) notiert werden ($p = 0,111$).

Die Sportfähigkeit nahm im Mittel von 1,1 Punkten ($SD \pm 1,1$) präoperativ auf 2,7 Punkte ($SD \pm 1,2$) zur ersten Nachuntersuchung signifikant zu ($p = 0,0001$). Zur letzten Nachuntersuchung wurden 1,8 Punkte ($SD \pm 1$) erreicht ($p = 0,111$). Die medianen Punkte für ungestörten Schlaf stiegen von 1,1 ($SD \pm 0,7$) präoperativ auf 1,8 Punkte (von 2) ($SD \pm 0,4$) zwei Jahre postoperativ ($p = 0,056$). Fünf Jahre postoperativ konnten wieder 1,8 Punkte ($SD \pm 0,5$) verzeichnet werden ($p = 0,111$), siehe Figur 3.

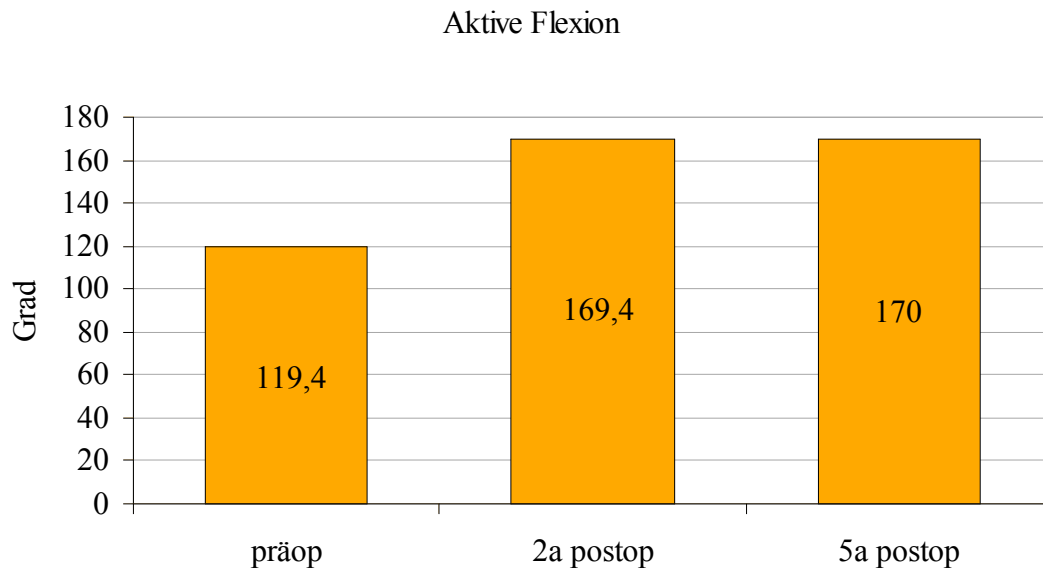


Figur 3: Parameter des Constant Scores der gesamten Patienten

Das Bewegungsausmaß

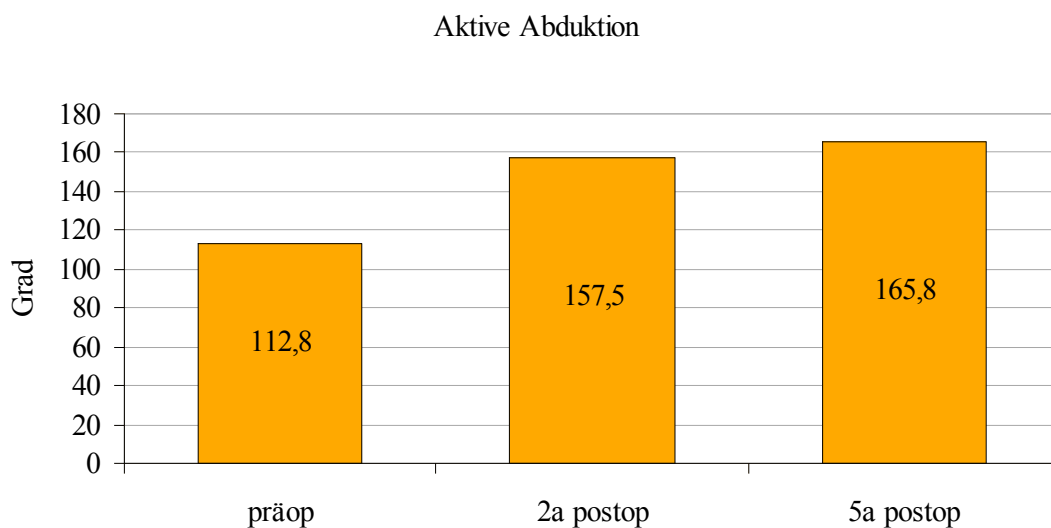
Alle Patienten erreichten postoperativ eine signifikante Besserung in der Funktion und im Bewegungsausmaß ihres Armes und der Schulter.

Der Median des Bewegungsausmaßes der aktiven Flexion konnte von 119,4 Grad ($SD \pm 48$) präoperativ auf 169,4 Grad ($SD \pm 25,4$) in der ersten Nachuntersuchung ($p = 0,0001$) enorm gesteigert werden und bei 170 Grad ($SD \pm 7,4$) zur letzten Nachuntersuchung gehalten werden ($p = 0,0001$), siehe Figur 4.



Figur 4: Aktive Flexion der gesamten Patienten

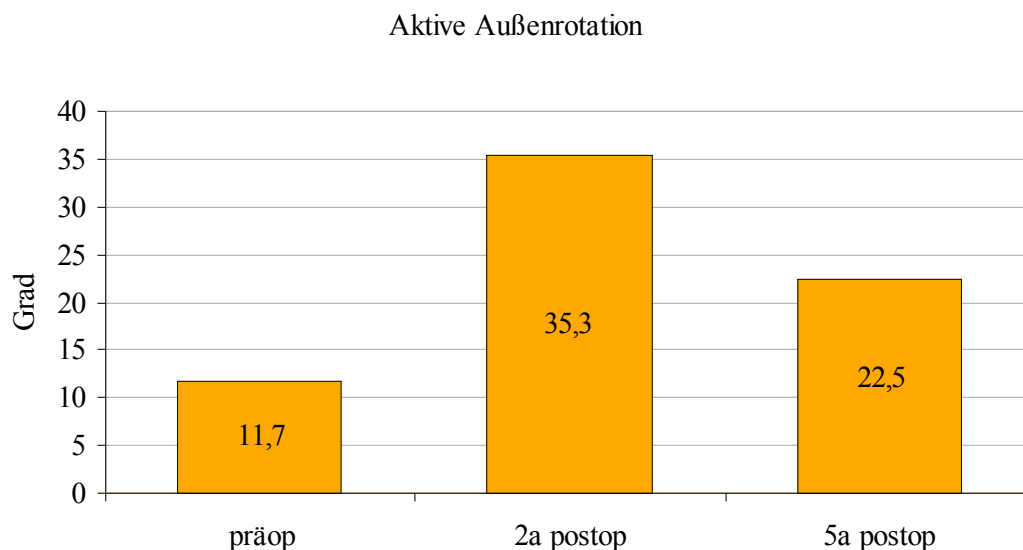
Das Ausmaß der aktiven Abduktion konnten die Patienten von mittleren 112,8 Grad (SD± 46) präoperativ auf 157,5 Grad (von 180) (SD± 32,1) zwei Jahre postoperativ signifikant verbessern ($p= 0,0001$). Fünf Jahre postoperativ konnten mittlere 165,8 Grad (SD± 9) und somit beinahe das volle Bewegungsausmaß der Abduktion erreicht werden ($p= 0,056$), siehe Figur 5.



Figur 5: Aktive Abduktion der gesamten Patienten

Die mittleren Werte für die aktive Außenrotation nahmen ebenfalls signifikant von 11,7 Grad (SD± 21,1) präoperativ auf 35,3 Grad (SD± 15,4) zwei Jahre postoperativ zu ($p= 0,0001$).

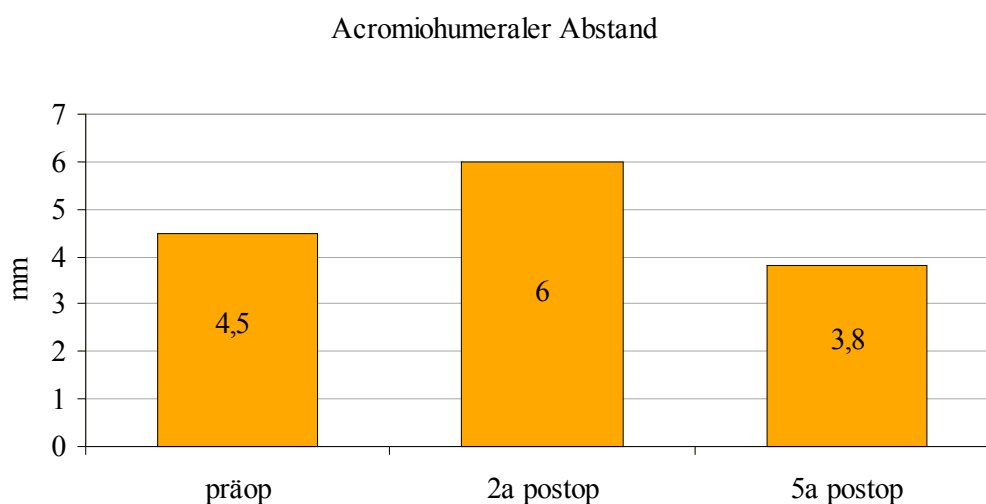
Jedoch wurden zur fünf Jahresnachuntersuchung nur noch 22,5 Grad (Min.-20, Max.70; SD± 30,5) verzeichnet (p= 0,722), siehe Figur 6.



Figur 6: Aktive Außenrotation der gesamten Patienten

Der acromiohumerale Abstand

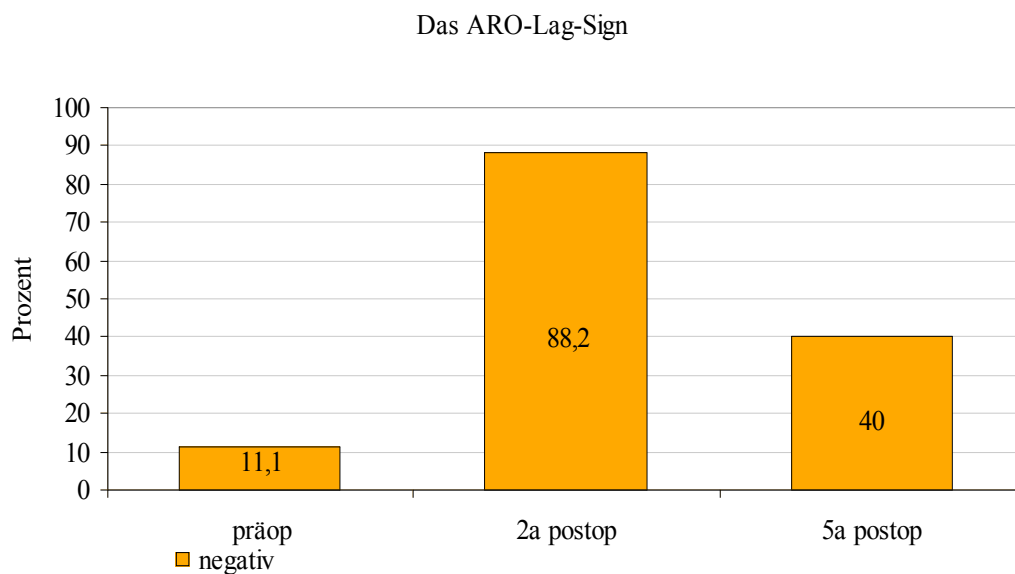
Der acromiohumerale Abstand, der als anatomisches Korrelat für die Humeruskopfkranialisierung genutzt wird, betrug im Median 4,5 mm (SD± 1,8) präoperativ gegen 6 mm (SD± 1,6) zwei Jahre postoperativ (p= 0,278). Fünf Jahre postoperativ war er im Mittel bei 3,8 mm (SD± 2,0; p = 0,778), siehe Figur 7.



Figur 7: Acromiohumeraler Abstand der gesamten Patienten

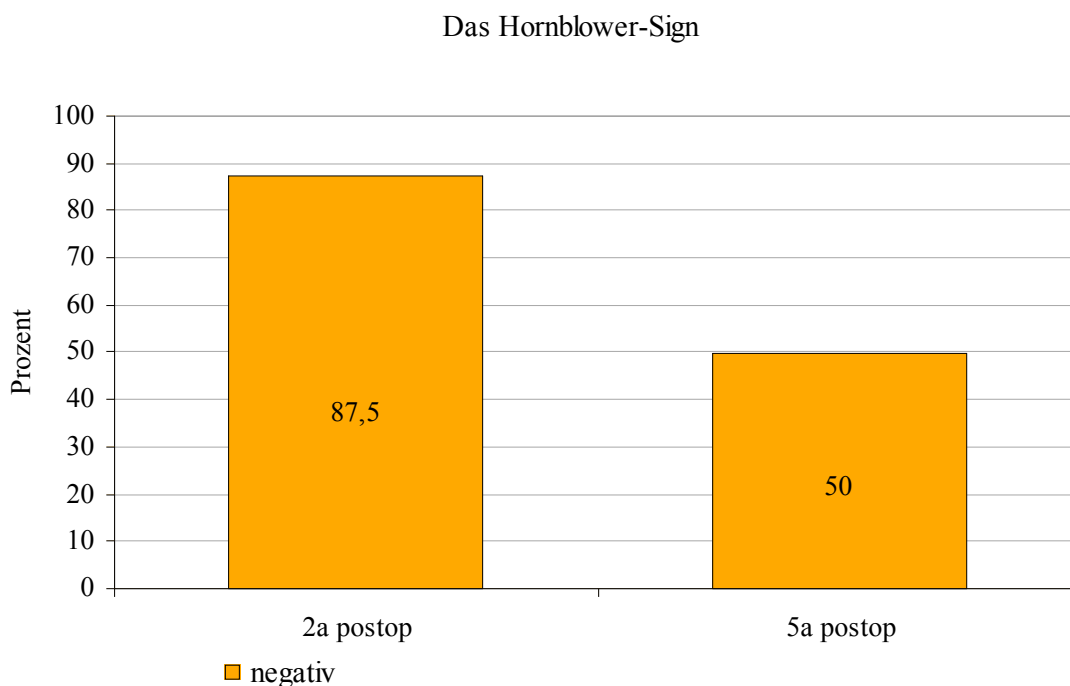
Die Funktionstests

Von den achtzehn präoperativ untersuchten Patienten zeigten sechzehn Patienten ein positives und zwei Patienten ein negatives (entspricht 11,1%) Außenrotations-Lag-Sign. Wohingegen zwei Jahre postoperativ 88,2% der Patienten ein negatives Zeichen aufwiesen ($p= 0,0001$). Fünf Jahre postoperativ waren jedoch nur noch 40% der Patienten in diesem Zeichen negativ ($p= 0,25$), siehe Figur 8.



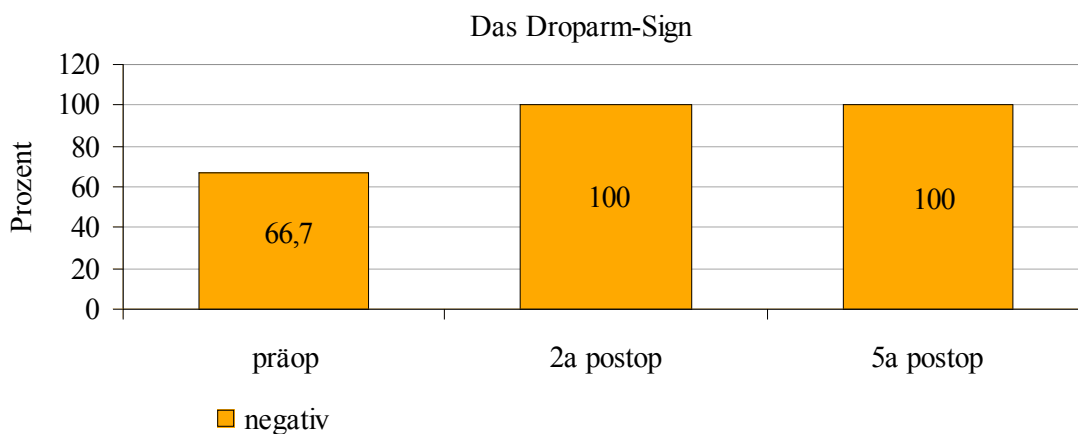
Figur 8: ARO-Lag-Sign der gesamten Patienten

Das Hornblower-Sign wurde präoperativ nicht getestet. Im zwei Jahresergebnis wiesen 87,5% der Patienten ein negatives Zeichen auf, fünf Jahre postoperativ jedoch nur noch 50% der Patienten ($p=0,063$), siehe Figur 9.



Figur 9: Hornblower-Sign der gesamten Patienten

Das Droparm-Sign war präoperativ bei 66,7% Patienten negativ. Zwei Jahre postoperativ wiesen alle untersuchten Patienten ein negatives Droparm-Sign auf ($p=0,125$). So auch bei der fünf Jahres Nachuntersuchung. Dies stellt gegenüber dem präoperativen Ergebnis keine signifikante Änderung dar ($p=0,125$), siehe Figur 10.



Figur 10: Droparm-Sign der gesamten Patienten

Der Arthrosegrad

Arthrose Grad Hamada	präoperativ	5 Jahre postoperativ
0°	50 %	0 %
1°	25 %	0 %
2°	25 %	8,3 %
3°	0 %	75 %
4°	0 %	16,7 %

Tabelle 8: Arthrose Grad nach Hamada der gesamten Patienten

Da nach zwei Jahren keine medizinisch sinnvolle Einteilung und Beurteilung einer Arthrose möglich ist, wird hier nur der präoperative Zustand im Vergleich zur fünf Jahresnachuntersuchung dargestellt. Die Entwicklung zur Verschlechterung des Arthrosegrades zeigt sich als bedeutend signifikant ($p=0,0001$).

Auf den Röntgenbildern der beiden Nachuntersuchungen zeigte sich bei keinem der Patienten eine Ankerlockerung oder ein Ankerausriß.

Auch war bei allen Patienten sonographisch ein intakter Muskelflap zu erkennen.

Das EMG

Im EMG zwei Jahre postoperativ war bei fünf Patienten die Aktivität der transplantierten Muskeln während der isometrischen Außenrotation zu messen, hier zeigten die Muskeln keine Aktivität bei der isometrischen Innenrotation. Bei sechs Patienten zeigten die Muskeln in isometrischer Außen- und Innenrotation Aktivität. Bei nur einem Patienten zeigten die Muskeln keine Aktivität während der Außenrotation, jedoch während der Innenrotation. Bei einem Patienten zeigten die Muskeln weder in der isometrischen Außen- noch Innenrotation eine Aktivität.

Fünf Jahre postoperativ zeigten im EMG drei Patienten eine höhere Aktivität der transplantierten Muskeln bei der isometrischen Außenrotation als bei der isometrischen Innenrotation. Bei zwei Patienten waren die Aktivitäten bei der Messung genau gleich. Bei sechs Patienten waren die Ableitungen bei isometrischer Innenrotation höher als bei isometrischer Außenrotation.

3.1.2 Zwei Jahresergebnisse versus fünf Jahresergebnisse (Patienten gesamt)

Die Parameter des Constant Scores

	2a postoperativ (Median)	5a postoperativ (Median)	Signifikanz = p
Constant Score %	90,4	87,9	0,333
Schmerz	14,1	13,9	0,944
ADL	17,1	16	0,111
ROM	34,9	34,7	0,444
Kraft	11,9	5,3	0,0001
Aktivität des Armes schmerzfrei	9,4	9,5	1,0
Arbeitsfähigkeit	3,3	9,5	0,389
Sportfähigkeit	2,7	1,8	0,0001
Schlaf	1,8	1,8	1,0

Tabelle 9: Parameter des Constant Scores der gesamten Patienten

Der Constant Score fiel von mittleren 90,4% (SD± 19,9) zwei Jahre postoperativ, auf 87,9% (SD± 12,8) fünf Jahre postoperativ nicht bedeutend (p= 0,333). Die mittlere Punktzahl für den Schmerz blieb beinahe konstant: bei 14,1 Punkten (SD± 2,1) zwei Jahre postoperativ und 13,9 Punkten (SD± 2,2) bei der fünf Jahresnachuntersuchung (p= 0,944). Auch die Arbeiten des Alltags zeigten mit mittleren 17,1 Punkten (SD± 3,4) zur zwei Jahresnachuntersuchung und 16 Punkte (SD± 2,2) zur fünf Jahresnachuntersuchung keine signifikante Änderung (p= 0,111). Das Bewegungsausmaß (= ROM) blieb bei beiden Nachuntersuchungen auf mittleren 34 Punkten und wies hiermit ebenfalls keine signifikante Änderung auf (p= 0,444). Die Kraft der Patienten ließ im Median mit 11,9 Punkten zwei Jahre postoperativ und 5,3 Punkten fünf Jahre postoperativ signifikant nach (p= 0,0001).

Die Aktivität des Armes schmerzfrei erreichte im Mittel 9,4 (SD± 1,4) zwei Jahre postoperativ und änderte sich fünf Jahre postoperativ mit 9,5 Punkten (SD± 1,2) nicht (p= 1,0).

Die Arbeitsfähigkeit stieg von mittleren 3,3 Punkten (SD± 1,2) zwei Jahre postoperativ auf 9,5 Punkte (SD± 1,05) fünf Jahre postoperativ (p= 0,389). Die Fähigkeit der Patienten Sport

zu treiben, fiel von mittleren 2,7 Punkten ($SD \pm 1,22$) zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung auf 1,8 Punkte ($SD \pm 1,1$) zur letzten Nachuntersuchung ($p = 0,0001$). Die Punkte für ungestörten Schlaf blieben bei 1,8 Punkten ($SD \pm 0,4$; $p = 1,0$).

Der acromiohumerale Abstand

	2a postoperativ	5a postoperativ	Signifikanz = p
AHA	6	3,8	0,001

Tabelle 10: Die Werte des acromiohumeralen Abstands der gesamten Patienten

Der AHA verringerte sich im Mittel um 2,2 mm im Zeitraum zwischen den Nachuntersuchungen ($p = 0,0001$). Diese Werte stellen somit eine signifikante Verschlechterung dar.

Das Bewegungsausmaß

Patienten gesamt	2a postoperativ (Median)	5a postoperativ (Median)	Signifikanz = p
Flexion aktiv	169,3	170	0,444
Abduktion aktiv	157,5	165,8	0,722
Außenrotation aktiv	35,3	22,5	0,167

Tabelle 11: Die Werte des Bewegungsausmaßes (in Grad) der gesamten Patienten

Eine weitere Verbesserung der aktiven Flexion von mittleren 169,4 Grad ($SD \pm 25,4$) auf 170 Grad ($SD \pm 7,4$) konnte in den Jahren zwischen der ersten und der letzten Nachuntersuchung nicht mehr erreicht werden ($p = 0,444$). Die Abduktion jedoch konnte im Mittel um acht Grad von 157,5 Grad ($SD \pm 32,1$) auf 165,8 Grad ($SD \pm 9$) verbessert werden ($p = 0,722$). Das Ausmaß der Außenrotation verringerte sich vom zwei Jahresergebnis zum fünf Jahresergebnis um 12,8 Grad: von 35,3 Grad ($SD \pm 15,4$) auf 22,5 Grad ($SD \pm 30,5$; $p = 0,167$).

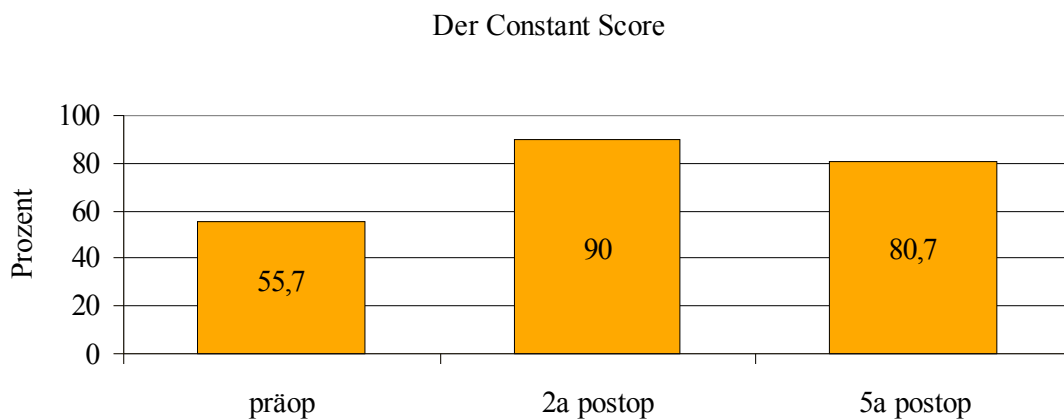
Im Röntgenbild war bei keinem Patienten eine Ankerlockerung oder ein Ankerausriß zu sehen. Ebenfalls war sonographisch ein intakter Flap zu erkennen.

3.2 Gruppe II (= Patienten mit Voroperation)

3.2.1 Präoperative Ergebnisse versus zwei Jahresergebnisse und präoperative Ergebnisse versus fünf Jahresergebnisse

Der alters- und geschlechtsgewichtete Constant Score verbesserte sich von mittleren 55,7% (SD± 29,8) präoperativ auf 90,0% (SD± 23,3) zwei Jahre postoperativ ($p=0,222$) und beträgt 80,7% fünf Jahre postoperativ, siehe Figur 11.

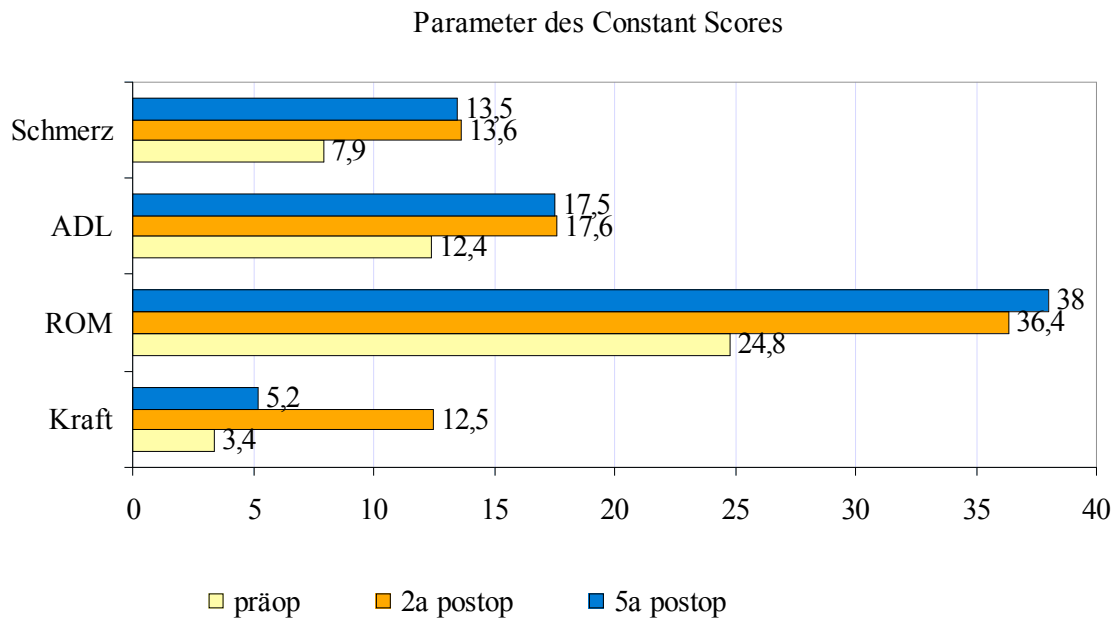
Aufgrund geringer Patientenzahl ($n=11$) wird auf die Angabe der Signifikanz zwischen den präoperativen Werten und den Ergebnissen der fünf Jahresnachuntersuchung für die Parameter des Constant Scores verzichtet. Es wird nur der Median angegeben.



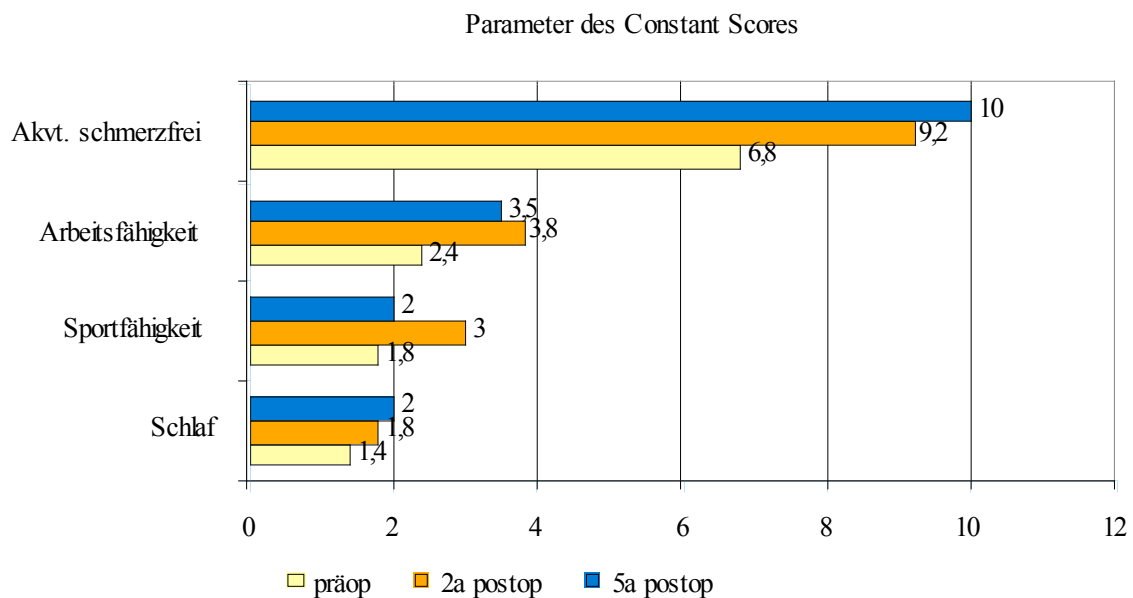
Figur 11: Constant Score der Patienten mit Voroperation

Eine beinahe völlige Schmerzfreiheit konnte im Mittel von 7,9 Punkten (SD± 3,8) vor der Operation mit mittleren 13,6 Punkten (SD± 3,1) zwei Jahre nach der Operation erreicht werden ($p=0,167$). Der Wert hielt sich auf 13,5 Punkten mit (SD± 2,1) zur letzten Nachuntersuchung. Präoperativ konnten die Patienten bei den Aktivitäten des Alltags durchschnittlich 12,4 Punkte (SD± 6,0) erreichen. Sie verbesserten sich mit 17,6 Punkten (SD± 2,6) zwei Jahre postoperativ deutlich ($p=0,278$). Fünf Jahre postoperativ konnten noch immer 17,5 Punkte (SD± 0,7) erreicht werden. Die mediane Punktzahl für das Bewegungsausmaß (ROM) stieg von 24,8 Punkten (SD± 15,0) vor der Operation auf 36,4 Punkte (SD± 4,1) zwei Jahre nach der Operation ($p=1,0$). Fünf Jahre postoperativ konnte nochmals eine leichte Besserung von 1,6 Punkten und somit 38,0 Punkte insgesamt (SD± 2,8) dokumentiert werden. Auch die mittleren Werte der Kraft nahmen von 3,4 Punkten (SD± 4,2) präoperativ auf 12,5 Punkte (SD±

9,8) zwei Jahre postoperativ bedeutend zu ($p = 0,222$). Fünf Jahre postoperativ konnten noch 5,2 Punkte ($SD \pm 0,6$) verzeichnet werden, siehe Figur 12.



Figur 12: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation



Figur 13: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation

Die Aktivität des Armes schmerzfrei verbesserte sich im Mittel von 6,8 Punkten (SD± 3,0) vor der Operation auf 9,2 Punkte (SD± 1,8) zwei Jahre postoperativ ($p= 1,0$) und stieg fünf Jahre postoperativ auf 10,0 Punkte (SD± 0,0).

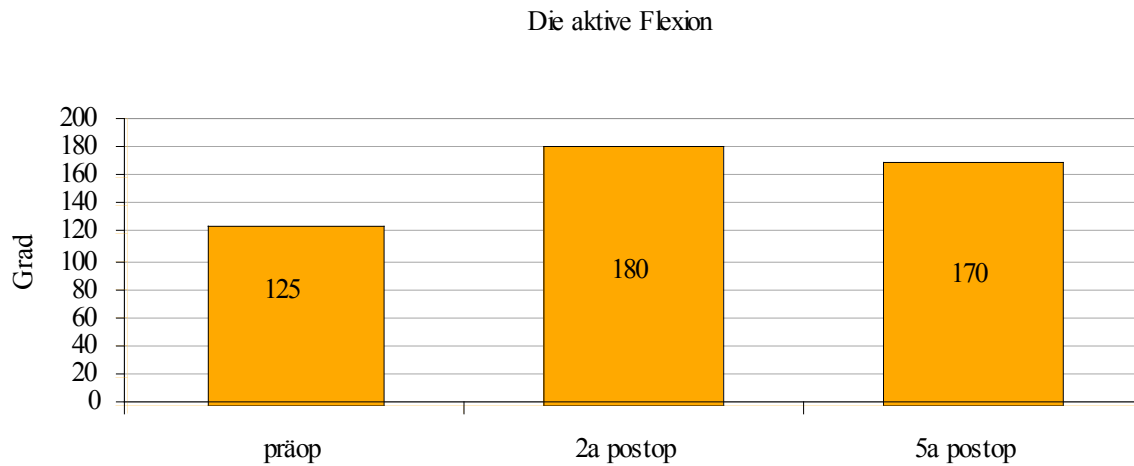
Der mediane Wert für die Arbeitsfähigkeit stieg von 2,4 Punkten präoperativ (SD± 1,7) auf 3,8 Punkte (SD± 0,5) zur zwei Jahresnachuntersuchung ($p= 0,389$). Fünf Jahre postoperativ konnten mittlere 3,5 Punkte (SD± 0,7) notiert werden.

Die Sportfähigkeit nahm im Mittel von präoperativ 1,8 Punkten (SD± 1,5) auf 3,0 Punkte (von 4) (SD± 0,7) zur ersten Nachuntersuchung zu ($p= 0,722$) und zur letzten Nachuntersuchung wurden 2,0 Punkte (SD± 1,4) erreicht. Die mittleren Punkte für ungestörten Schlaf stiegen von 1,4 (SD± 0,6) präoperativ auf 1,8 Punkte (SD± 0,5) zwei Jahre postoperativ ($p= 1,0$). Zur fünf Jahresuntersuchung konnte nochmals eine leichte Besserung mit 2,0 Punkten verzeichnet werden (SD± 0,0), siehe Figur 13.

Das Bewegungsausmaß

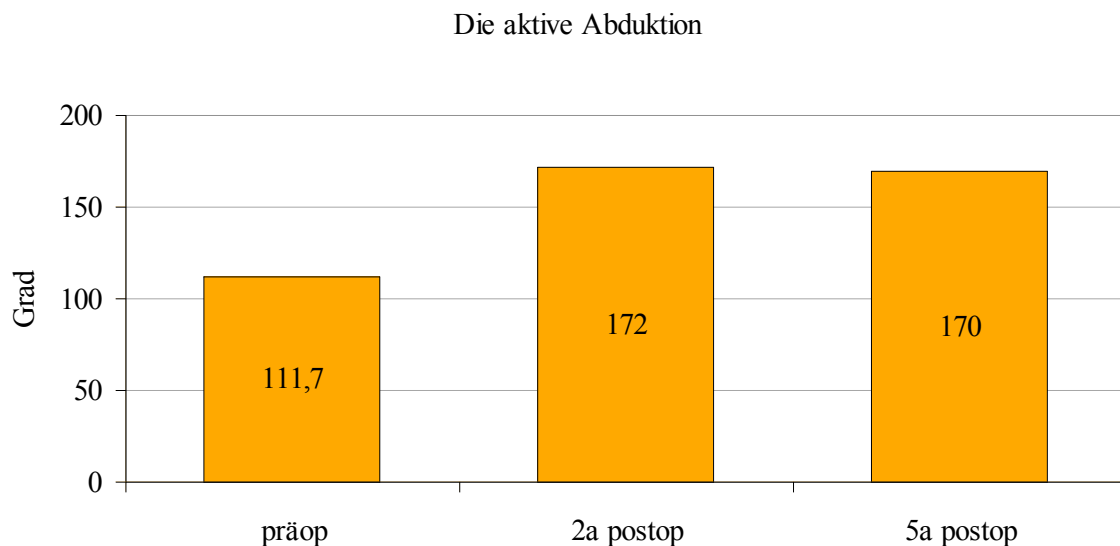
Alle Patienten mit Voroperation erreichten postoperativ eine deutliche Besserung der Funktion und des Bewegungsausmaßes ihres Armes und der Schulter.

Zwei Jahre postoperativ konnte der Mittelwert des Bewegungsausmaßes der aktiven Flexion von 125 Grad (SD± 56,8) präoperativ auf 180 Grad (SD± 0,0) gesteigert werden ($p= 0,111$). 180 Grad stellen das volle Bewegungsausmaß dar. Bei der fünf Jahresnachuntersuchung konnten 170 Grad (SD± 0,0) erzielt werden ($p= 1,0$), siehe Figur 14.



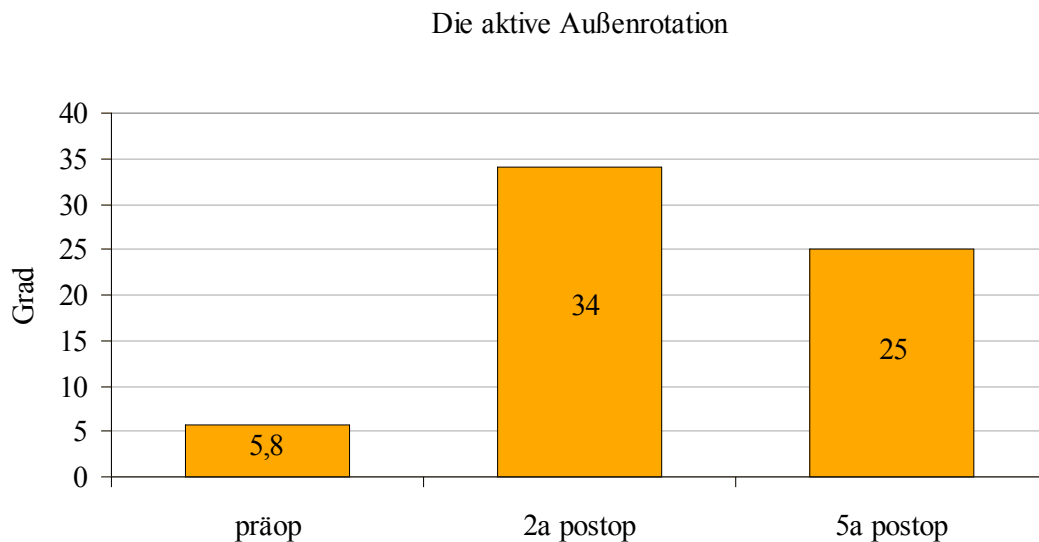
Figur 14: Aktive Flexion der Patienten mit Voroperation

Das Bewegungsausmaß der aktiven Abduktion konnten die Patienten von mittleren 111,7 Grad (SD± 53,5) präoperativ auf 172 Grad (SD± 8,4) zwei Jahre postoperativ stark verbessern ($p= 0,222$) und in der fünf Jahresnachuntersuchung konnten sie im Durchschnitt 170 Grad (SD± 0,0) und somit auch hier beinahe das volle Bewegungsausmaß der Abduktion erreichen ($p= 1,0$), siehe Figur 15.



Figur 15: Aktive Abduktion der Patienten mit Voroperation

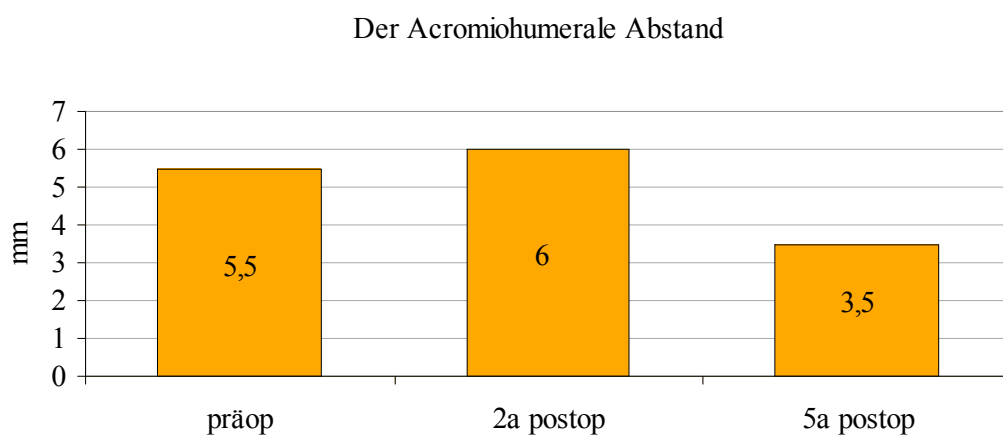
Die mittleren Werte für aktive Außenrotation nahm ebenfalls von 5,8 Grad (SD± 19,6) präoperativ auf 34 Grad (SD± 21,9) zwei Jahre postoperativ zu ($p= 0,111$). Zur fünf Jahresnachuntersuchung konnte sie nur bei 25 Grad (Min.-20, Max.70; SD± 35,4) aufgezeichnet werden, siehe Figur 16.



Figur 16: Aktive Außenrotation der Patienten mit Voroperation

Der acromiohumerales Abstand

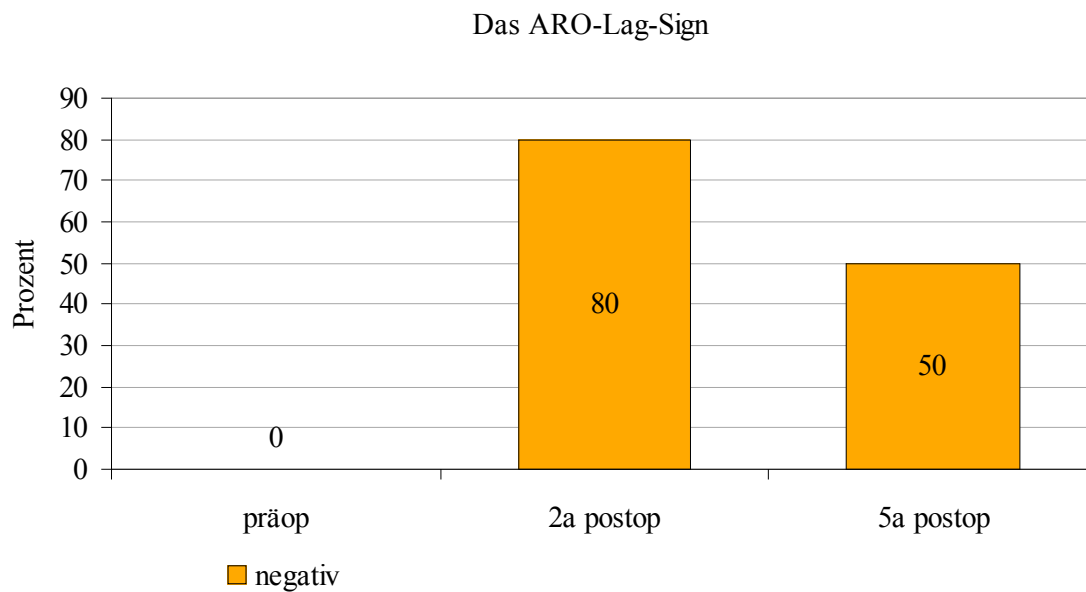
Der acromiohumerales Abstand betrug im Median 5,5 mm (SD± 0,7) präoperativ, 6 mm (SD± 1,2) zwei Jahre postoperativ ($p= 1,0$) und betrug 3,5 mm (SD± 2,1) fünf Jahre postoperativ, siehe Figur 17.



Figur 17: AHA der Patienten mit Voroperation

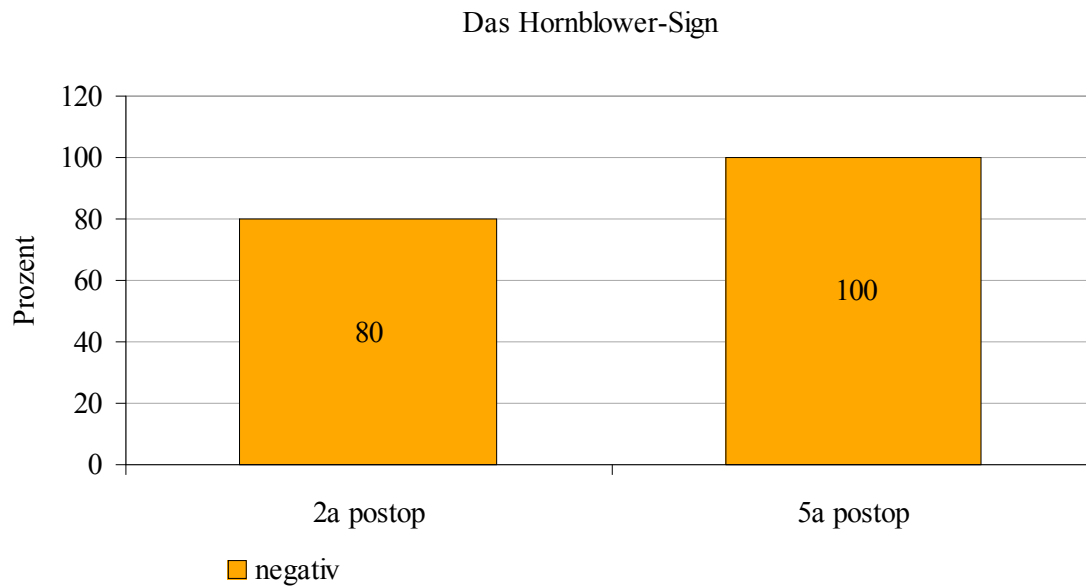
Die Funktionstests

Von den 6 voroperierten Patienten zeigten präoperativ alle ein positives Außenrotations-Lag-Sign. Zwei Jahre postoperativ war nur noch ein Patient positiv, was in diesem Fall 20% entspricht, da nur noch fünf Patienten mit Voroperation zur zwei Jahresnachuntersuchung kamen ($p=0,125$). Ein negatives Zeichen wiesen dementsprechend vier Patienten auf, dies entspricht 80%. Fünf Jahre postoperativ waren zwei Patienten mit Voroperation zur Untersuchung gekommen. Hiervon zeigte einer ein positives und einer ein negatives ARO-Lag-Sign ($p=1,0$), siehe Figur 18.



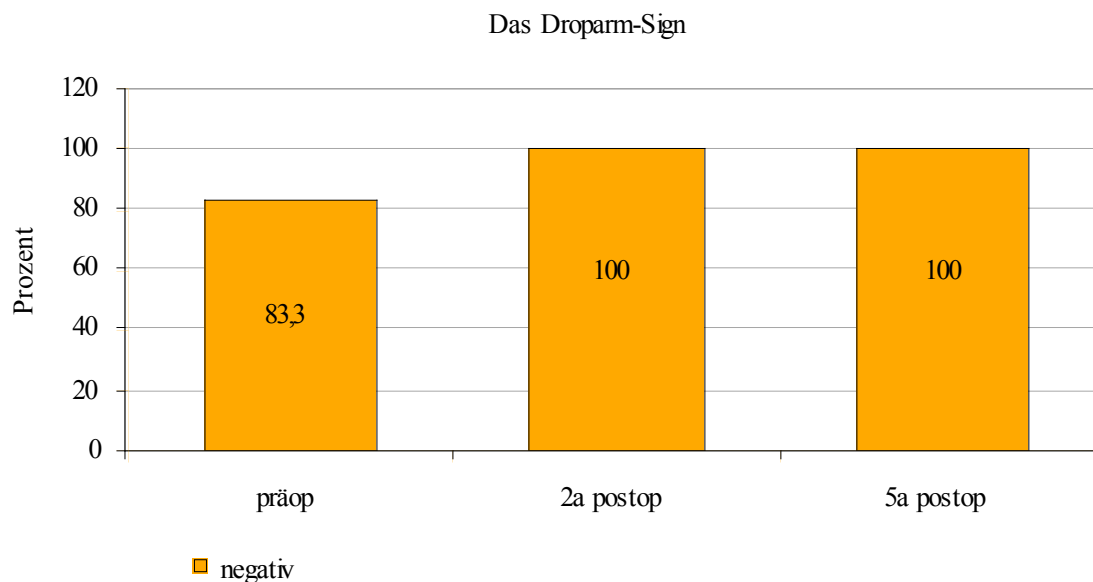
Figur 18: ARO-Lag-Sign der Patienten mit Voroperation

Das Hornblower-Sign wurde präoperativ nicht getestet. In der zwei Jahresnachuntersuchung wiesen 80% der Patienten ein negatives Zeichen auf (entspricht vier Patienten). Fünf Jahre postoperativ wiesen alle getesteten Patienten ein negatives Zeichen auf ($p=1,0$), siehe Figur 19.



Figur 19: Hornblower-Sign der Patienten mit Voroperation

Präoperativ zeigten 83,3% der Patienten ein negatives Droparm-Sign. Zwei Jahre postoperativ konnte dieses Ergebnis auf 100% verbessert werden ($p=1,0$). Auch fünf Jahre postoperativ wiesen die zwei Patienten, die zu Nachuntersuchung kamen ein negatives Droparm-Sign auf, versus das präoperative Ergebnis ($p=1,0$), siehe Figur 20.



Figur 20: Droparm-Sign der Patienten mit Voroperation

Der Arthrosegrad

Arthrose Grad Hamada	präoperativ	5 Jahre postoperativ
0°	100 %	0%
1°	0 %	0%
2°	0 %	50 %
3°	0 %	50 %
4°	0 %	0 %

Tabelle 12: Der Arthrose Grad nach Hamada der Patienten mit Voroperation

Auch hier muss aufgrund der geringen Anzahl der Patienten mit Voroperation ($n=2$) zur fünf Jahresnachuntersuchung auf die Angabe der Signifikanz verzichtet werden.

Das EMG

Zwei Jahre postoperativ zeigten im EMG von den Patienten mit Voroperation zwei eine Aktivität der transplantierten Muskeln sowohl in isometrischer Außenrotation wie auch in Innenrotation. Ein Patient zeigte nur bei der isometrischen Außenrotation eine Aktivität, und ein Patient zeigte nur in isometrischer Innenrotation eine Aktivität.

Fünf Jahre postoperativ zeigte ein Patient in isometrischer Außenrotation die gleiche Aktivität wie in isometrischer Innenrotation und ein Patient zeigte in Innenrotation höhere Aktivität als in Außenrotation.

3.2.2 Zwei Jahresergebnisse versus fünf Jahresergebnisse (Patienten mit Voroperation)

Die Parameter des Constant Scores

	2a postoperativ (Median)	5a postoperativ (Median)	Signifikanz = p
Constant Score %	90,0	80,7	1,0
Schmerz	13,6	13,5	1,0
ADL	17,6	17,5	1,0
ROM	36,4	38	1,0
Kraft	12,5	5,2	1,0
Aktivität des Armes schmerzfrei	9,2	10	1,0
Arbeitsfähigkeit	3,8	3,5	1,0
Sportfähigkeit	3	2	0,556
Schlaf	1,8	2,0	1,0

Tabelle 13: Die Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation

Der Constant Score fiel von mittleren 90% (SD± 23,3) zwei Jahre postoperativ auf 80,7% (SD± 3,2) zur fünf Jahresnachuntersuchung (p= 1,0). Die mittlere Punktzahl für Schmerz blieb fast beim zwei Jahresergebnis: Mit 13,6 Punkten (SD± 3,2) zwei Jahre postoperativ und 13,5 Punkten (SD± 2,1) fünf Jahre postoperativ (p= 1,0). Auch die Arbeiten des Alltags zeigten mit mittleren 17,6 Punkten (SD± 2,6) zur zwei Jahresnachuntersuchung auf 17,5 Punkte (SD± 0,7) zur fünf Jahresnachuntersuchung keine signifikante Änderung (p= 1,0). Das Bewegungsmaß (ROM) stieg von mittleren 36,4 Punkten auf 38 Punkte (p= 1,0). Die mittlere Kraft der Patienten ließ mit 12,5 Punkten (SD± 9,77) zwei Jahre postoperativ auf 5,2 Punkten (SD± 0,6) 5 Jahre postoperativ nach (p= 1,0).

Die Aktivität des Armes schmerzfrei erreichte im Mittel 9,2 Punkte (SD± 1,8) zwei Jahre postoperativ und blieb mit 10 Punkten (SD± 0,0) fünf Jahre postoperativ konstant (p= 1,0).

Die Arbeitsfähigkeit fiel von mittleren 3,8 Punkten (SD± 0,5) zwei Jahre postoperativ auf 3,8 Punkte (SD± 0,7) fünf Jahre postoperativ (p= 1,0). Die Fähigkeit der Patienten Sport zu treiben, fiel von mittleren 3,0 Punkten (SD± 0,7) zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung auf 2,0 Punkte (SD± 1,4) zur letzten Nachuntersuchung (p= 0,556). Die Punkte für ungestör-

ten Schlaf änderten sich im Mittel von 1,8 Punkten ($SD \pm 0,5$) bei der ersten Nachuntersuchung auf 2,0 Punkte ($SD \pm 0,0$) zur letzten Nachuntersuchung ($p = 1,0$).

Der acromiohumerale Abstand

	2a postoperativ	5a postoperativ	Signifikanz = p
AHA	6	3,5	0,389

Tabelle 14: Die Werte des acromiohumeralen Abstands der Patienten mit Voroperation

Der AHA verringerte sich im Mittel um 2,5 mm im Zeitraum zwischen den beiden Nachuntersuchungen ($p = 0,389$).

Das aktive Bewegungsmaß

Patienten gesamt	2a postoperativ (Median)	5a postoperativ (Median)	Signifikanz = p
Flexion aktiv	180	170	0,157
Abduktion aktiv	172	170	1,0
Außenrotation aktiv	34	25	0,389

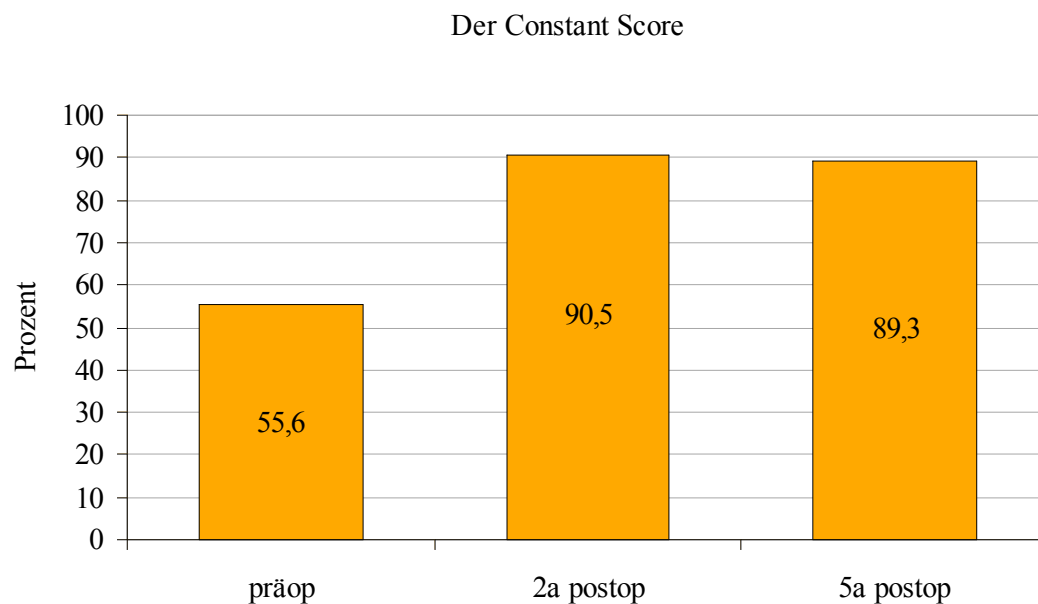
Tabelle 15: Die Werte des aktiven Bewegungsausmaßes (in Grad) der Patienten mit Voroperation

Ein größeres Bewegungsausmaß der aktiven Flexion konnte in den Jahren zwischen den Nachuntersuchungen nicht mehr erreicht werden. Sie fiel im Median von 180 Grad ($SD \pm 0,0$) auf 170 Grad ($SD \pm 0,0$; $p = 0,157$). Die Abduktion blieb von 172 Grad ($SD \pm 8,4$) auf 170 Grad ($SD \pm 0,0$) fast konstant ($p = 1,0$). Das Ausmaß der Außenrotation verringerte sich vom zwei Jahresergebnis zum fünf Jahresergebnis um mittlere 9 Grad (von 34 Grad; $SD \pm 21,9$ auf 25 Grad mit $SD \pm 35,4$; $p = 0,389$).

3.3 Gruppe III (= Patienten ohne Voroperation)

3.3.1 Präoperative Ergebnisse versus zwei Jahresergebnisse und präoperative Ergebnisse versus fünf Jahresergebnisse

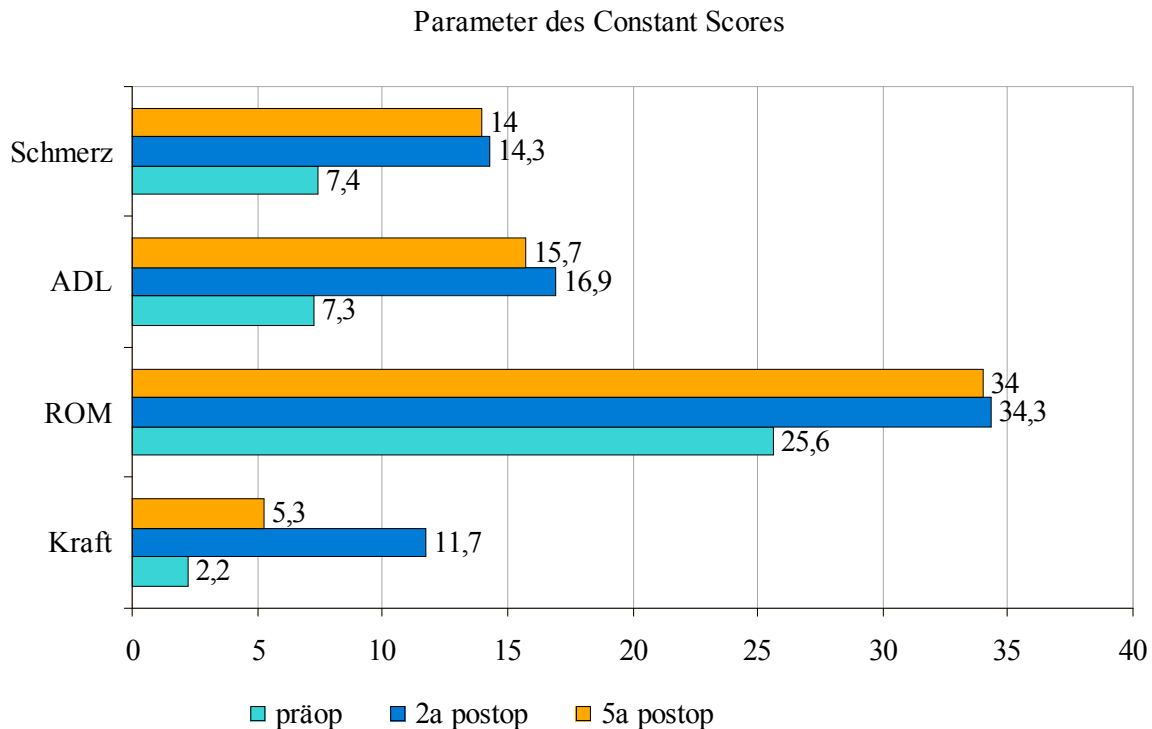
Der alters- und geschlechtsgewichtete Constant Score verbesserte sich von mittleren 55,6% (SD± 17,7) präoperativ auf 90,5% (SD± 19,5) zwei Jahre postoperativ ($p=0,0001$). Fünf Jahre postoperativ konnten 89,3% verzeichnet werden (SD± 13,7; $p=0,0001$), siehe Figur 21. So wurde zu beiden Nachuntersuchungen eine signifikante Besserung erreicht.



Figur 21: Der Constant Score der Patienten ohne Voroperation

Auch bei den Patienten ohne Voroperation wurde eine fast völlige Schmerzfreiheit im Mittel von 7,4 Punkten (von 15) (SD± 4,6) vor der Operation mit mittleren 14,3 Punkten (SD± 1,6; $p=0,0001$) zwei Jahre nach der Operation erreicht. Sie hielt sich auf 14 Punkten zur letzten Nachuntersuchung (SD± 2,4; $p=0,056$). Bei den Aktivitäten des Alltags konnten sich die Patienten von mittleren präoperativen 7,3 Punkten (SD± 3,6) auf 16,4 Punkte (von 20) (SD± 3,7) zwei Jahre postoperativ deutlich verbessern ($p=0,0001$). Fünf Jahre postoperativ konnten noch immer 15,7 Punkte (SD± 2,3) erreicht werden ($p=0,0001$). Die mittlere Punktzahl für das Bewegungsmaß (ROM) stieg signifikant von 25,6 Punkten (SD± 10,9) vor der Operation auf 34,3 Punkte (SD± 7,8) zwei Jahre nach der Operation ($p=0,0001$). Der Wert blieb bei

der fünf Jahresnachuntersuchung mit 34 Punkten konstant ($SD \pm 4,6$; $p = 0,0001$). Die mittleren Werte der Kraft nahmen von 2,2 Punkten ($SD \pm 2,6$) präoperativ auf 11,7 Punkte (von 25) ($SD \pm 7,2$) zwei Jahre postoperativ signifikant bedeutend zu ($p = 0,0001$). Fünf Jahre postoperativ fiel das Ergebnis auf 5,3 Punkte ($SD \pm 2,1$; $p = 0,0001$), siehe Figur 22. Dies stellt jedoch noch immer eine signifikante Besserung zu den präoperativen Werten dar.

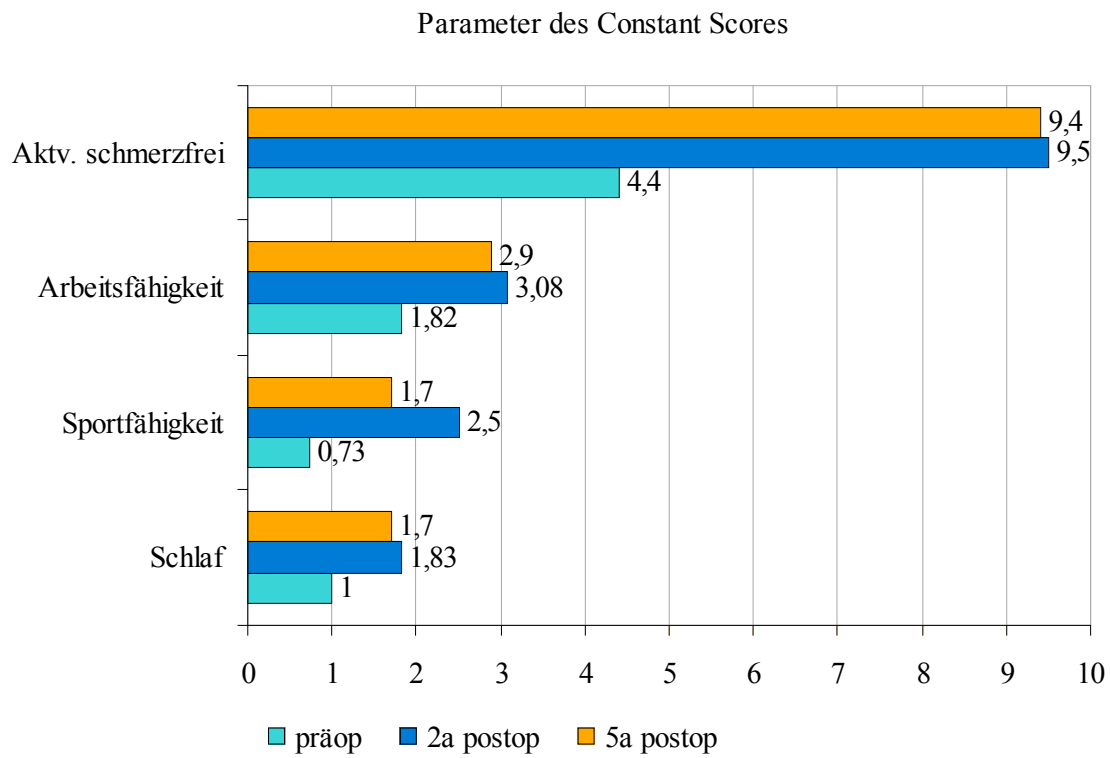


Figur 22: Parameter des Constant Scores der Patienten ohne Voroperation

Die Aktivität des Armes schmerzfrei verbesserte sich signifikant im Mittel von 4,4 Punkten ($SD \pm 1,2$) vor der Operation auf 9,5 Punkte ($SD \pm 1,2$) zwei Jahre postoperativ ($p = 0,0001$). Fünf Jahre postoperativ blieb sie bei 9,4 Punkten ($SD \pm 1,4$; $p = 0,0001$).

Der mediane Wert für die Arbeitsfähigkeit stieg signifikant von 1,8 Punkten präoperativ ($SD \pm 1,2$) auf 3,1 Punkte ($SD \pm 1,4$) zur zwei Jahresnachuntersuchung ($p = 0,0001$). Zur fünf Jahresnachuntersuchung konnten im Mittel 2,9 Punkte notiert werden ($SD \pm 1,1$; $p = 0,111$).

Die Sportfähigkeit nahm im Mittel von präoperativen 0,7 Punkten ($SD \pm 0,8$) auf 2,5 Punkte ($SD \pm 1,4$) zur ersten Nachuntersuchung signifikant zu ($p = 0,0001$). Zur letzten Nachuntersuchung wurden 1,7 Punkte ($SD \pm 1,1$) erreicht ($p = 0,0001$). Die mediane Punktzahl für ungestörten Schlaf stiegen von einem Punkt ($SD \pm 0,8$) präoperativ auf 1,8 Punkte ($SD \pm 0,4$) zwei Jahre postoperativ ($p = 0,056$). Beim fünf Jahresergebnis konnten 1,7 Punkte ($SD \pm 0,5$) aufgezeichnet ($p = 0,056$), siehe Figur 23.

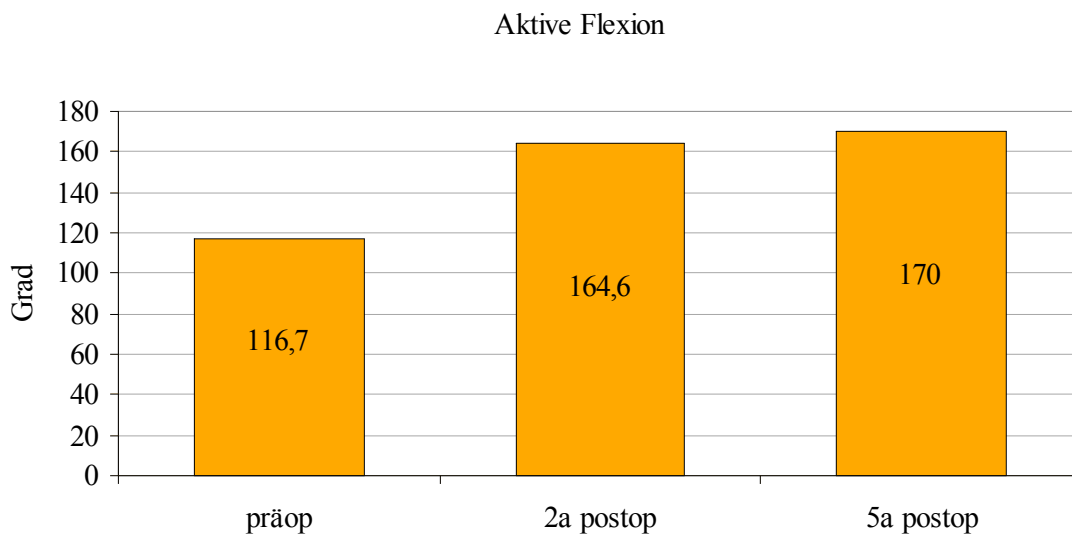


Figur 23: Parameter des Constant Scores der Patienten ohne Voroperation

Das Bewegungsausmaß

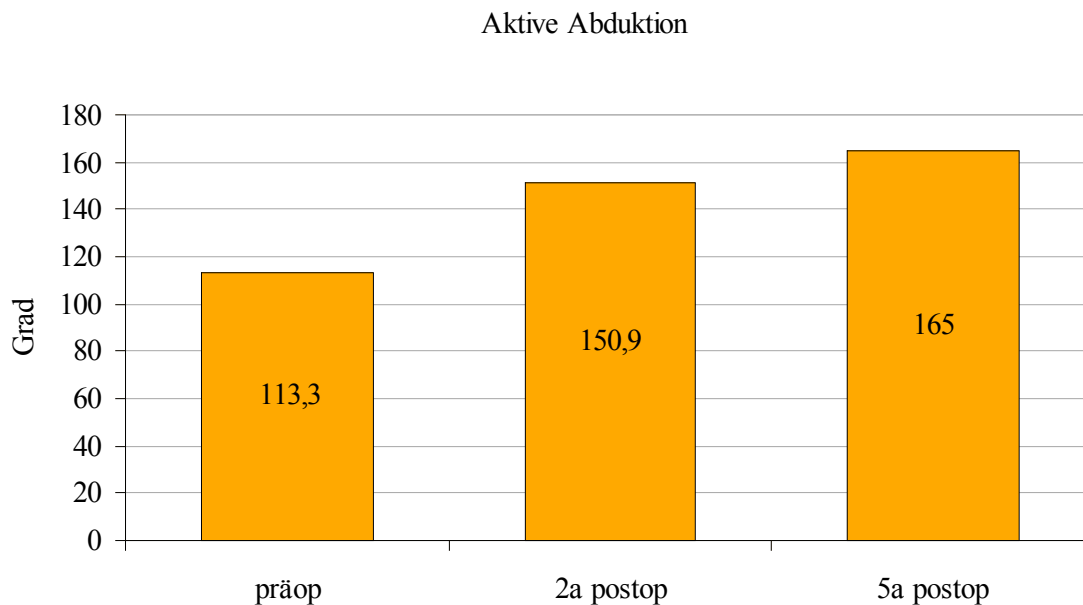
Alle Patienten ohne Voroperation erreichten postoperativ eine enorme Besserung in der Funktion und des Bewegungsausmaßes ihres Armes und der Schulter.

Die aktiven Flexion konnte im Median von 116,7 Grad (SD± 45,4) präoperativ auf 164,6 Grad (SD± 29,8) zwei Jahre postoperativ mit deutlichem Trend zur Signifikanz gesteigert werden ($p=0,056$). Sie wurde zur fünf Jahresnachuntersuchung auf 170 Grad (SD± 8,2) nochmals etwas verbessert ($p=0,0001$), siehe Figur 24.



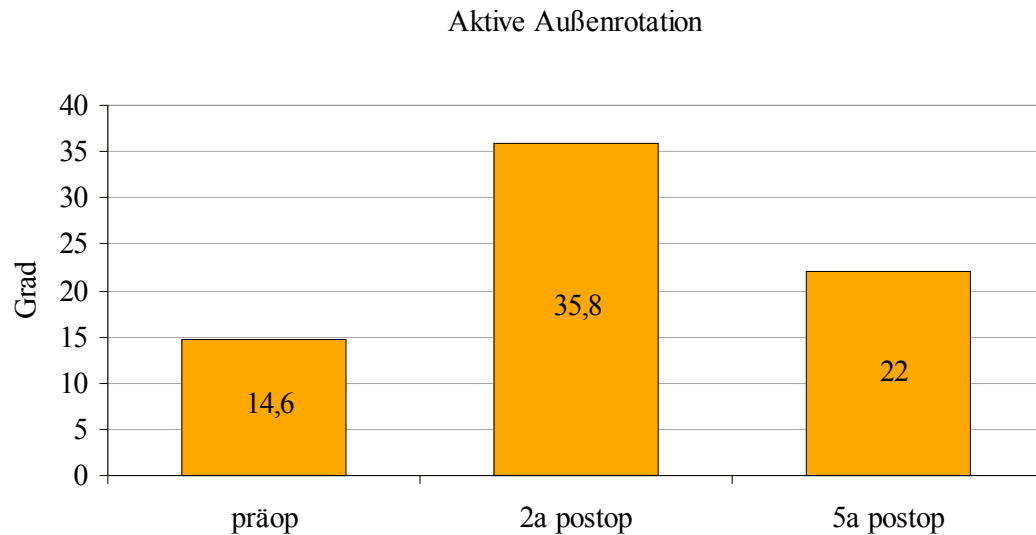
Figur 24: Aktive Flexion der Patienten ohne Voroperation

Das Ausmaß der aktiven Abduktion konnten die Patienten von mittleren 113,3 Grad (SD± 44,8) präoperativ auf 150,9 Grad (SD± 37) zwei Jahre postoperativ mit eindeutlichen Trend zur Signifikanz verbessern ($p= 0,056$). Bei der fünf Jahresnachuntersuchung trat weiterhin eine Besserung ein, es wurden im Mittel 165 Grad erreicht (SD± 9,7; $p= 0,0001$), siehe Figur 25.



Figur 25: Aktive Abduktion der Patienten ohne Voroperation

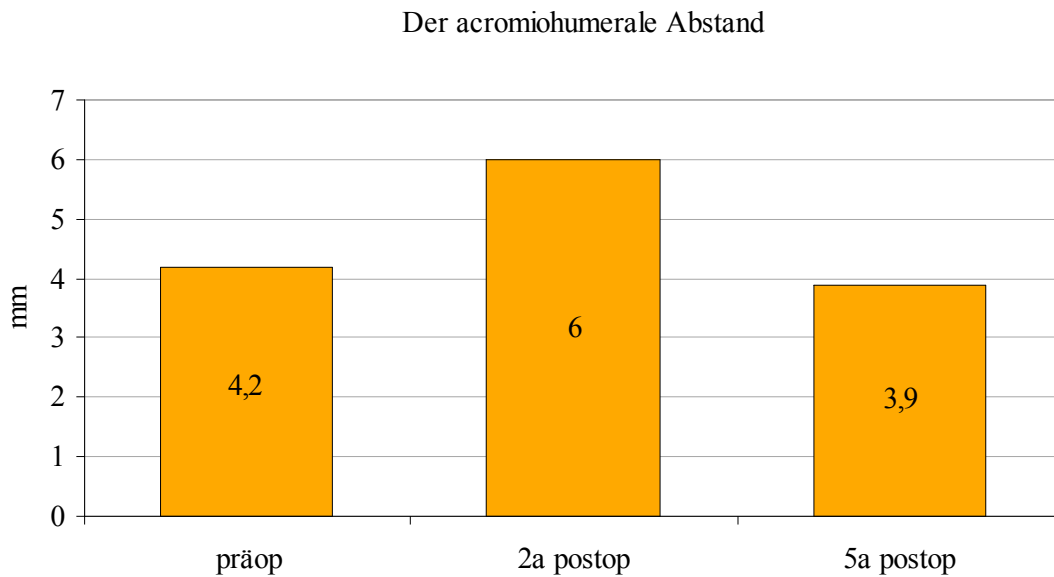
Die mittleren Werte für die aktive Außenrotation nahmen ebenfalls mit deutlichem Trend zur Signifikanz zu. Von 14,6 Grad (SD± 22,1) präoperativ konnte sie auf 35,8 Grad (SD± 12,94) zwei Jahre postoperativ gesteigert werden ($p= 0,056$). 22 Grad (Min.-20, Max.70; SD± 31,6) wurden im fünf Jahre postoperativ erreicht ($p= 0,722$), siehe Figur 26.



Figur 26: Aktive Außenrotation der Patienten ohne Voroperation

Der acromiohumere Abstand

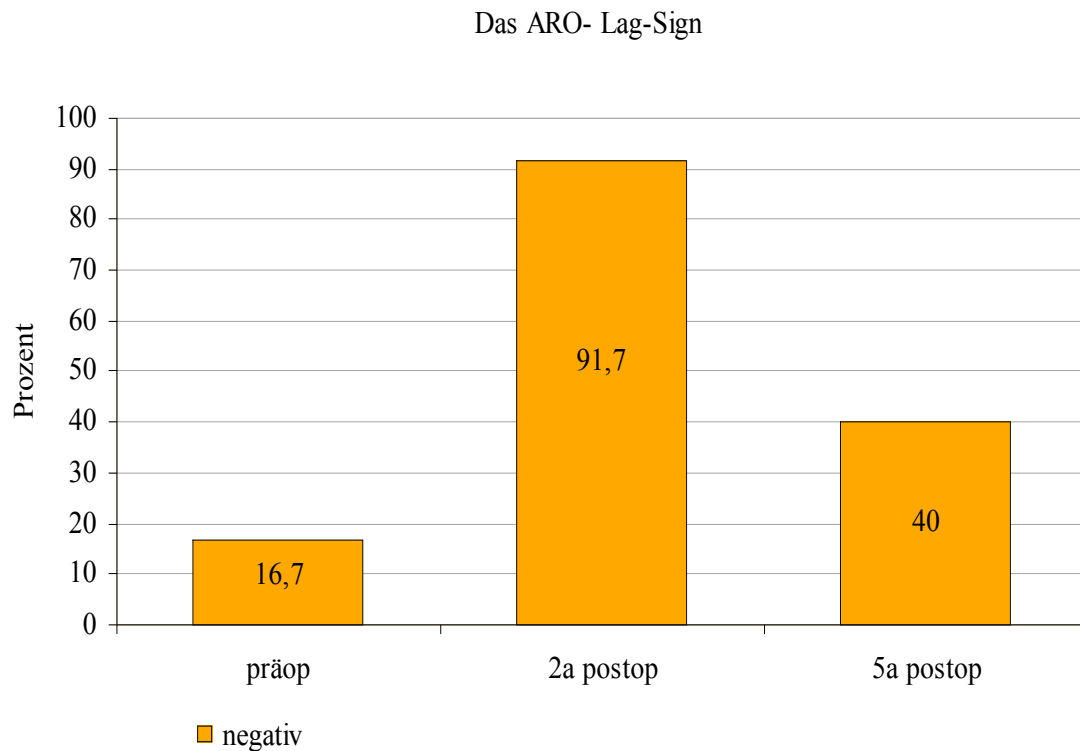
Der acromiohumere Abstand betrug präoperativ im Median 4,2 mm ($SD \pm 1,8$), 6 mm ($SD \pm 2,8$) zwei Jahre postoperativ ($p = 0,111$) und war bei 3,9 mm ($SD \pm 2,1$) fünf Jahre postoperativ ($p = 1,0$), siehe Figur 27.



Figur 27: AHA der Patienten ohne Voroperation

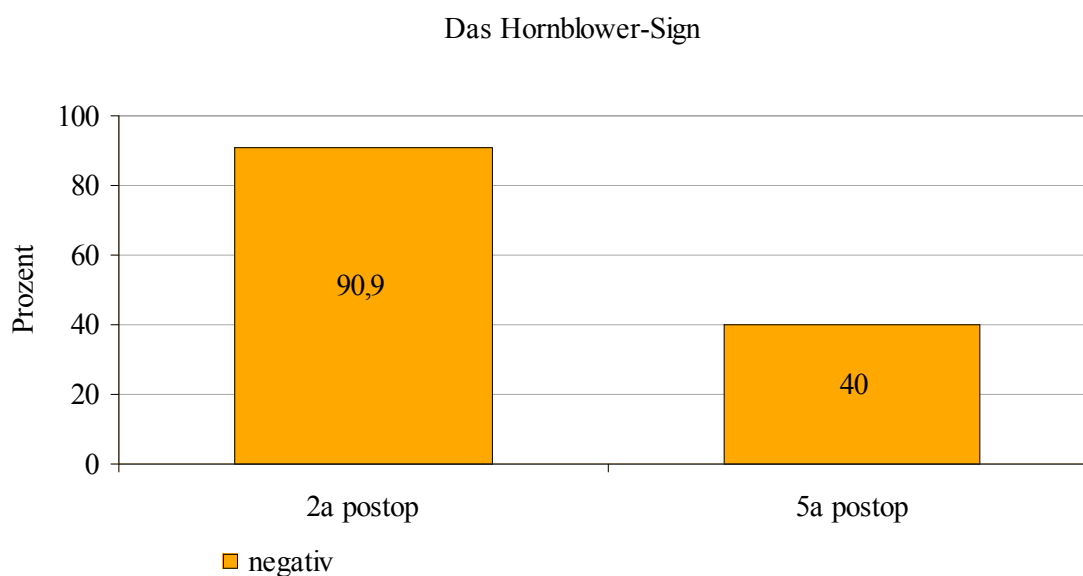
Die Funktionstests

Von den 12 Patienten ohne Voroperation zeigten präoperativ 10 ein positives Außenrotations-Lag-Sign. Zwei Jahre postoperativ wies nur noch ein Patient ein positives Zeichen auf und 11 Patienten waren negativ. In Prozent ausgedrückt waren präoperativ 83,3% der Patienten in diesem Zeichen positiv und 16,7% negativ. Zwei Jahre postoperativ konnte das Ergebnis mit 91,7% negativen Patienten signifikant gesenkt werden ($p=0,004$). Fünf Jahre postoperativ waren nur 40% der Patienten in diesem Zeichen negativ ($p=0,5$), siehe Figur 28.



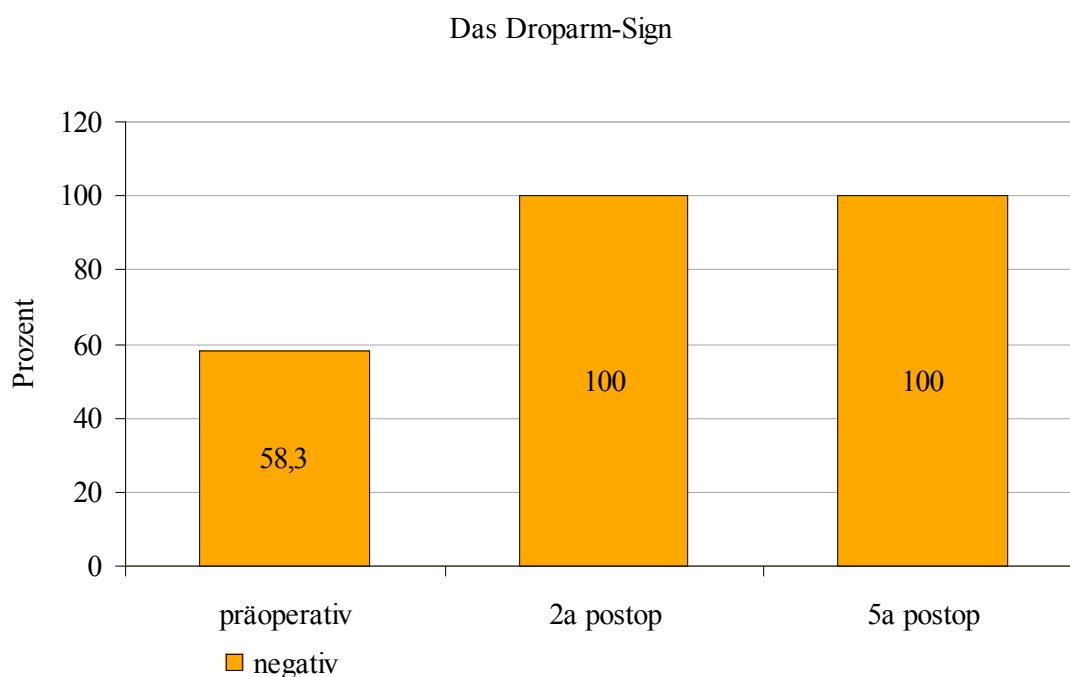
Figur 28: ARO-Lag-Sign der Patienten ohne Voroperation

Das Hornblower-Sign wurde präoperativ nicht getestet. Zwei Jahre postoperativ zeigten 90,9% der Patienten ein negatives Zeichen. Zur fünf Jahresnachuntersuchung wiesen 40% der Patienten ein negatives Zeichen auf ($p=0,063$), siehe Figur 29.



Figur 29: Hornblower-Sign der Patienten ohne Voroperation

Das Droparm-Sign zeigte präoperativ 58,3% negative Patienten und 100% negative Patienten zwei Jahre postoperativ ($p=0,125$). Fünf Jahre postoperativ waren ebenfalls 100% der Patienten negativ, gegen das präoperative Ergebnis ($p=0,125$), siehe Figur 30.



Figur 30: Das Droparm-Sign der Patienten ohne Voroperation

Der Arthrosegrad

Arthrose Grad Hamada	präoperativ	5 Jahre postoperativ
0°	33,3 %	0 %
1°	33,3 %	0 %
2°	33,3 %	0 %
3°	0 %	80 %
4°	0 %	20 %

Tabelle 16: Der Arthrosegrad nach Hamada der Patienten ohne Voroperation

Die Entwicklung des Arthrosegrades zeigt sich mit deutlichem Trend zur Verschlechterung ($p=0,056$).

Das EMG

Zwei Jahre postoperativ zeigten von den Patienten ohne Voroperation vier eine Aktivität der transplantierten Muskeln während der Außenrotation und keine Aktivität bei der Innenrotation. Ebenfalls vier Patienten zeigten eine Aktivität während der Außen- und Innenrotation. Und ein Patient zeigte weder bei der Außen- noch bei der Innenrotation eine Aktivität.

Fünf Jahre postoperativ zeigten drei Patienten in der Außenrotation eine höhere Aktivität als in der Innenrotation. Ein Patient zeigte gleiche Aktivität in Außen- und Innenrotation. Vier Patienten hatten während isometrischer Innenrotation höhere Aktivität als bei isometrischer Außenrotation.

3.3.2 Zwei Jahresergebnisse versus fünf Jahresergebnisse (Patienten ohne Voroperation)

Die Parameter des Constant Scores

Patienten ohne Voroperation	2a postoperativ (Median)	5a postoperativ (Median)	Signifikanz = p
Constant Score %	90,5	89,3	0,444
Schmerz	14,3	14	1,0
ADL	16,8	15,7	0,222
ROM	34,3	34	0,111
Kraft	11,7	5,3	0,0001
Aktivität des Armes schmerzfrei	9,5	9,4	0,722
Arbeitsfähigkeit	3,1	2,9	0,611
Sportfähigkeit	2,5	1,7	0,0001
Schlaf	1,8	1,7	1,0

Tabelle 17: Die Parameter des Constant Scores der Patienten ohne Voroperation

Der Constant Score blieb von mittleren 90,5% (SD± 19,5) zwei Jahre postoperativ auf 89,3% (SD± 13,7) fünf Jahre postoperativ beinahe konstant (p= 0,444). Auch die mittlere Punktzahl für Schmerz blieb beinahe beim zwei Jahresergebnis: 14,3 Punkte (SD± 1,6) zwei Jahre postoperativ und 14 Punkte (SD± 2,4) zur letzten Nachuntersuchung (p= 1,0). Auch die Arbeiten des Alltags zeigten mit mittleren 16,8 Punkten (SD± 3,7) zur zwei Jahresnachuntersuchung auf 15,7 Punkte (SD± 2,3) zur fünf Jahres Nachuntersuchung (p= 0,222) keine signifikante Änderung. Das Bewegungsausmaß (ROM) blieb mit Werten von 34,3 Punkten (SD± 7,8) zwei Jahre postoperativ und 34 Punkten (SD± 4,6) zur fünf Jahresnachuntersuchung postoperativ ebenfalls konstant (p=0,111). Die mittlere Kraft der Patienten ließ mit 11,7 Punkten (SD± 7,2) zwei Jahre postoperativ auf 5,3 Punkten (SD± 2,1) fünf Jahre postoperativ signifikant nach (p= 0,0001).

Die Aktivität des Armes schmerzfrei erreichte im Mittel 9,5 (SD± 1,2) zwei Jahre postoperativ und änderte sich fünf Jahre postoperativ mit 9,4 Punkten (SD± 1,4) ebenfalls nicht (p= 0,7222).

So blieb auch die Arbeitsfähigkeit von mittleren 3,1 Punkten ($SD \pm 1,4$) zwei Jahre postoperativ auf 2,9 Punkte ($SD \pm 1,1$) fünf Jahre postoperativ fast konstant ($p = 0,611$). Die Fähigkeit der Patienten Sport zu treiben, fiel signifikant im Mittel von 2,5 Punkten ($SD \pm 1,4$) zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung auf 1,7 Punkte ($SD \pm 1,1$) zur letzten Nachuntersuchung ($p = 0,0001$). Die Punkte für ungestörten Schlaf änderten sich im Mittel kaum. Sie waren bei 1,8 Punkten ($SD \pm 0,4$) bei der ersten Nachuntersuchung und bei 1,7 Punkten ($SD \pm 0,5$) zur letzten Nachuntersuchung ($p = 1,0$).

Der acromiohumere Abstand

	2a postoperativ	5a postoperativ	Signifikanz = p
AHA	6	3,9	0,056

Tabelle 18: Die Werte des acromiohumeralen Abstands der Patienten ohne Voroperation

Der AHA verschlechterte sich mit Trend zur Signifikanz im Mittel um 2,1 mm im Zeitraum zwischen den beiden Nachuntersuchungen ($p = 0,056$).

Das aktive Bewegungsausmaß

Patienten ohne Voroperation	2a postoperativ (Median)	5a postoperativ (Median)	Signifikanz = p
Flexion aktiv	164,6	170	0,444
Abduktion aktiv	150,9	165	0,778
Außenrotation aktiv	35,8	22	0,278

Tabelle 19: Die Werte des aktiven Bewegungsausmaßes (in Grad) der Patienten ohne Voroperation

Das Bewegungsausmaß der aktiven Flexion konnte von mittleren 164,6 Grad ($SD \pm 29,8$) auf 170 Grad ($SD \pm 1,9$) in den Jahren zwischen der ersten und der letzten Nachuntersuchung verbessert werden ($p = 0,444$). Auch konnte eine leichte Besserung bei der Abduktion von 150,9 Grad ($SD \pm 37$) auf 165 Grad ($SD \pm 9,8$) verzeichnet werden ($p = 0,778$). Das Ausmaß der Außenrotation verringerte sich vom zwei Jahresergebnis zum fünf Jahresergebnis um mittlere 13,2 Grad: Von 35,8 Grad ($SD \pm 12,9$) fiel der Wert auf 22 Grad ($SD \pm 31,6$; $p = 0,278$).

3.4 Vergleich der Patientendaten mit und ohne Voroperation

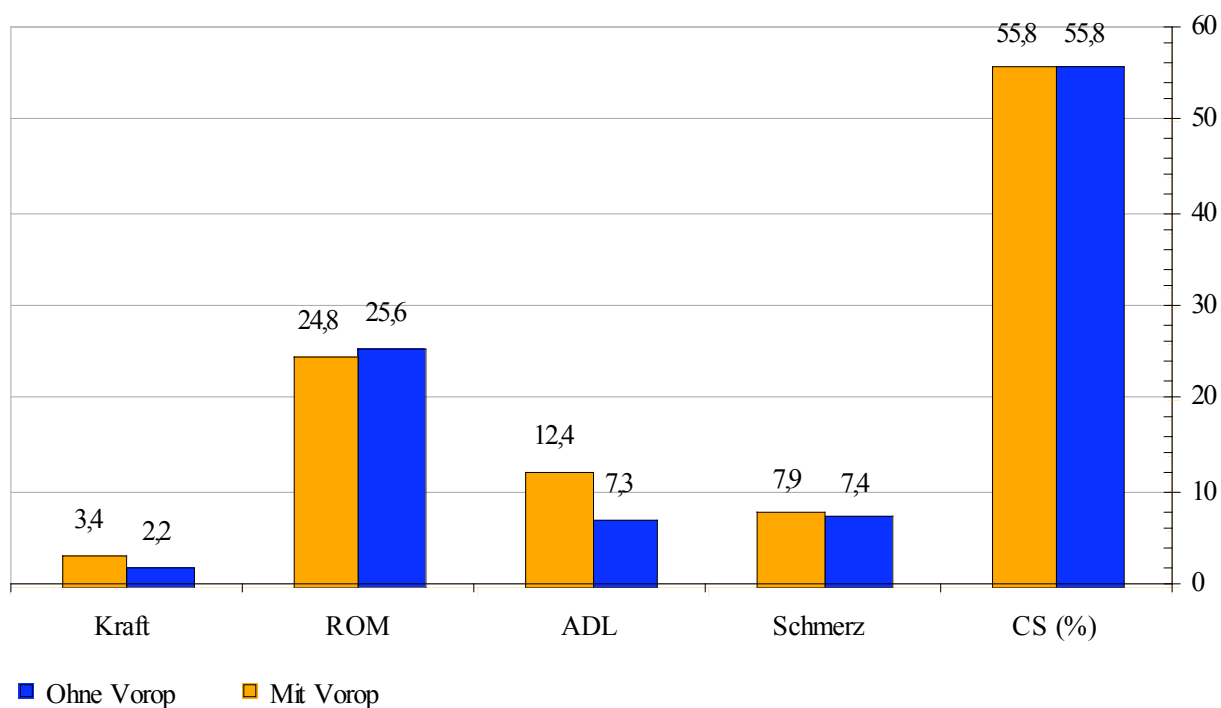
3.4.1 Präoperative Werte der Patienten mit Voroperation versus Patienten ohne Voroperation

Der Constant Score

Die Patienten mit Voroperation und ohne Voroperation zeigten präoperativ einen Constant Score von 55,8%. Die Punkte für den Schmerz waren bei den Patienten mit Voroperation bei 7,9 und bei den Patienten ohne Voroperation bei 7,4. Die Aktivitäten des Alltags konnten die Patienten mit Voroperation mit 12,4 Punkten besser meistern, als die Patienten ohne Voroperation mit 7,3 Punkten. Das Bewegungsausmaß zeigte sich nahezu gleich: Patienten mit Voroperation mit 24,8 Punkten und Patienten ohne Voroperation mit 25,6 Punkten. In der Kraft hatten die Patienten von ihrer Voroperation profitiert und waren so mit 3,4 Punkten besser als die Patienten ohne Voroperation mit 2,2 Punkten.

Die Aktivität des Armes schmerzfrei konnten die Patienten mit Voroperation mit 6,8 Punkten besser leisten als die Patienten ohne Voroperation mit 4,4 Punkten. Bei der Arbeitsfähigkeit kamen die Patienten mit Voroperation auf 2,4 Punkte, die Patienten ohne Voroperation auf 1,8 Punkte. Im Sport zeigten die Patienten mit Voroperation 1,8 Punkte, die Patienten ohne Voroperation 0,7 Punkte. Die Punkte für den Schlaf waren mit 1,4 Punkten bei den Patienten mit Voroperation und 1 Punkt bei den Patienten ohne Voroperation nahezu gleich.

Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass die zwei Patientengruppen, sich in keinem präoperativ dokumentierten Parameter des Constant Scores signifikant unterscheiden, siehe Fig. 31, Fig. 32 und Tab.20, Tab.21.

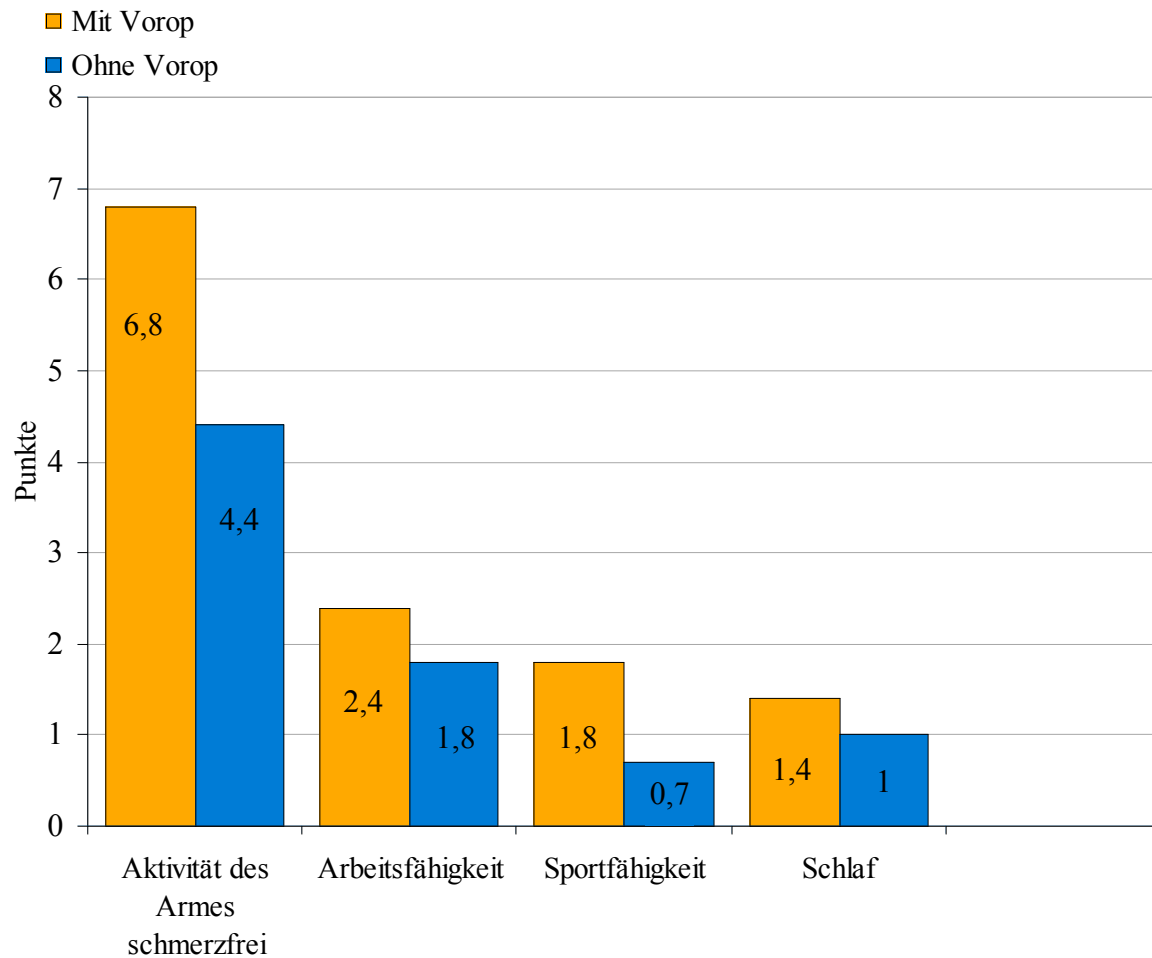


Figur 31: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, präoperativ

Signifikanzen

	CS (%)	Schmerz	ADL	ROM	Kraft
Signifikanz = p	0,995	0,820	0,111	0,910	0,717

Tabelle 20: Signifikanzen zwischen den Werten der Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation, präoperativ



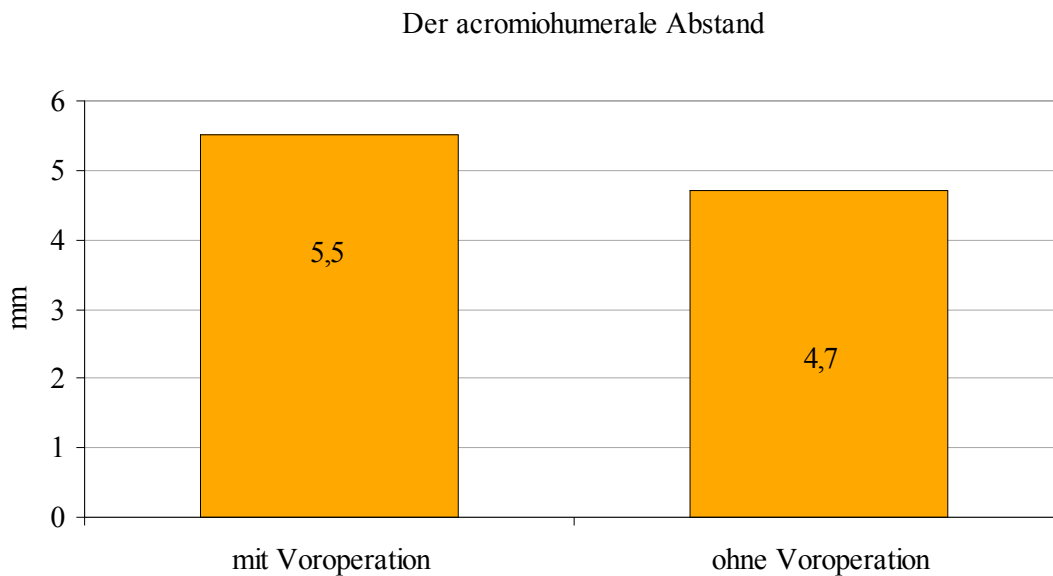
Figur 32: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, präoperativ

Signifikanzen

	Aktivität des Armes schmerzfrei	Arbeitsfähigkeit	Sportfähigkeit	Schlaf
Signifikanz = p	0,101	0,415	0,121	0,323

Tabelle 21: Signifikanzen zwischen den Werten der Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation, präoperativ

Der acromiohumale Abstand

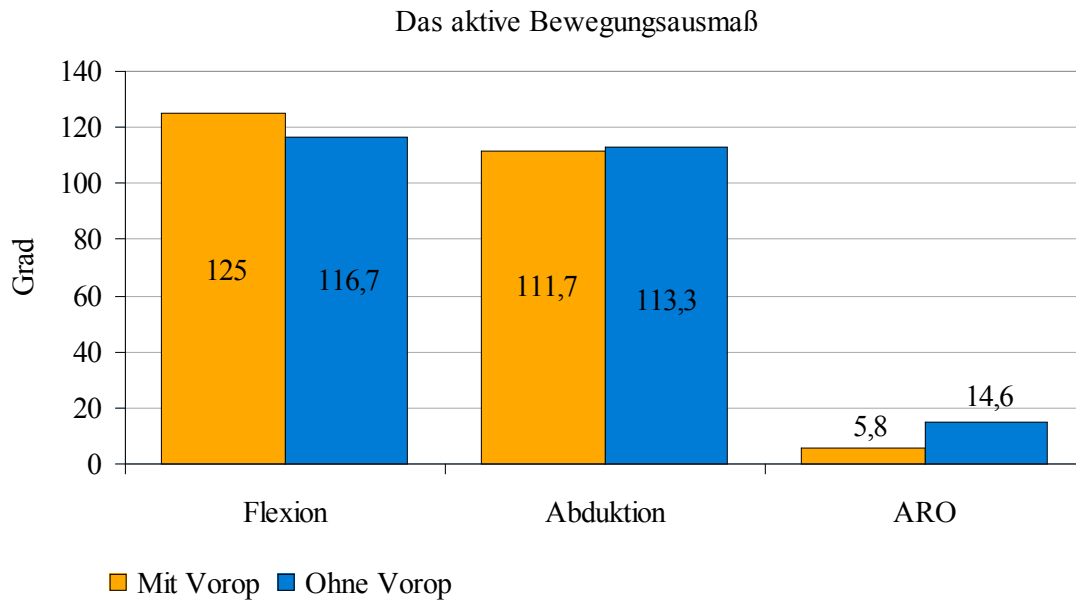


Figur 33: Der AHA der Patienten mit Voroperation und der Patienten ohne Voroperation.

Auch in den präoperativen Werten des acromiohumeralen Abstand unterscheiden sich die Patienten mit Voroperation im Vergleich zu den Patienten ohne Voroperation nicht ($p = 0,399$), siehe Fig. 33.

Das aktive Bewegungsausmaß

In allen Werten des präoperativen aktiven Bewegungsausmaßes unterscheiden sich die Patienten mit Voroperation im Vergleich zu den Patienten ohne Voroperation nicht signifikant, siehe Tab.22 und Fig. 34. Bei der aktiven Flexion zeigten die Patienten mit Voroperation mittlere 125 Grad und die Patienten mit 116,7 Grad einen etwas schlechteren Wert. Ähnlich stellen sich die mittleren Werte für die aktive Abduktion dar: Patienten mit Voroperation mit 111,7 Grad und Patienten ohne Voroperation mit 113,3 Grad. Bei der aktiven Außenrotation starten die Patienten ohne Voroperation mit einem besseren Wert von 7,5 Grad als die Patienten mit Voroperation mit 5,8 Grad.



Figur 34: Werte des Bewegungsausmaßes der Patienten ohne Voroperation versus die Patienten mit Voroperation, präoperativ

Signifikanzen

	Flexion	Abduktion	Außenrotation
Signifikanz = p	0,669	0,668	0,492

Tabelle 22: Signifikanzen zwischen den Werten des Bewegungsausmaßes der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, präoperativ

Das ARO-Lag-Sign und das Droparm-Sign

Auch wiesen die zwei Patientengruppen keine signifikante Differenz in den präoperativ durchgeführten Funktionstests auf, siehe Tab. 23: Im ARO-Lag-Sign ($p=0,303$) und im Droparm-Sign ebenfalls ($p=0,303$). Das Hornblower-Sign wurde präoperativ nicht getestet.

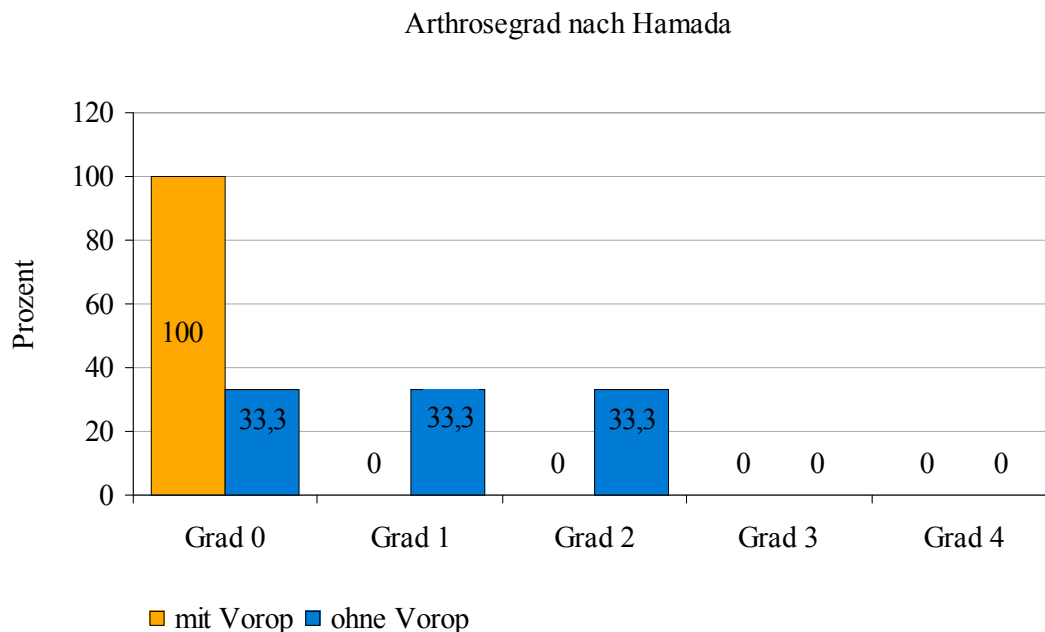
	ARO-Lag-Sign (negativ)	Droparm-Sign (negativ)
Patienten mit Voroperation (%)	0	83,3
Patienten ohne Voroperation (%)	16,7	58,3
Signifikanz = p	0,303	0,303

Tabelle 23: Werte des ARO-Lag-Signs und des Droparms-Signs der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, präoperativ

Der Arthrosegrad

Zuletzt zeigte der Arthrosegrad wie auch die anderen präoperativ verglichenen Parameter keine signifikante Differenz zwischen den beiden Patientengruppen ($p=0,150$).

Die Patienten mit Voroperation hatten alle einen Grad null der Arthrose nach Hamada. Von den Patienten ohne Voroperation zeigten 33,3% einen Grad null und 33,3% einen Grad eins sowie 33,3% einen Grad zwei in der Arthroseentwicklung.

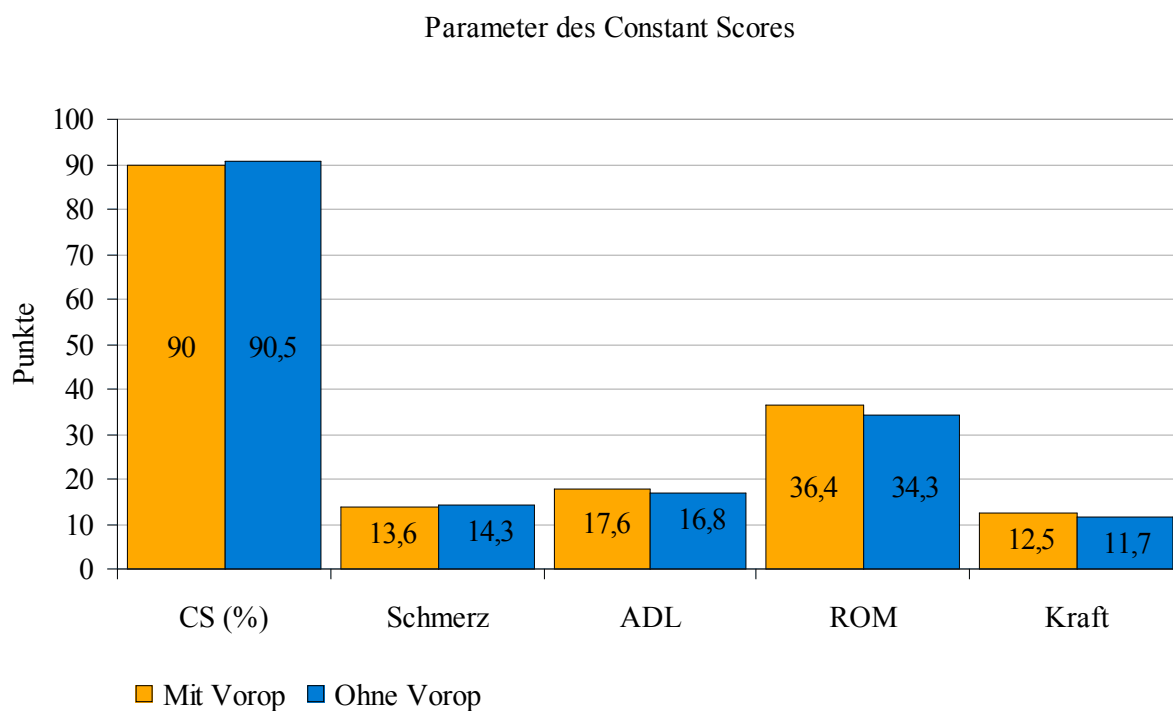


Figur 35: Werte des Arthrosegrades nach Hamada der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, präoperativ

3.4.2 Zwei Jahresergebnisse der Patienten mit Voroperation versus Patienten ohne Voroperation

Zur zwei Jahresnachuntersuchung zeigt sich in keinem Wert des Constant Scores eine bedeutende Differenz zwischen den zwei Patientengruppen. Dies zeigt sich auch an den Werten der Signifikanz. In keinem Parameter zeigt sich eine signifikante Änderung, siehe Fig. 36, Fig. 37 und Tab. 24, Tab. 25. Die Patienten mit Voroperation erreichten beim Constant Score 90%, die Patienten ohne Voroperation erreichten 90,5%. Schmerzen gaben die Patienten mit Voroperation mit 13,6 Punkten an und die Patienten ohne Voroperation mit 14,3 Punkten. Bei den Aktivitäten des Alltags erreichten die Patienten mit Voroperation 17,6 Punkte die Patienten ohne Voroperation 16,8 Punkte. Das Bewegungsausmaß war bei den Patienten Mit Voroperation bei 36,4 und Bei den Patienten ohne Voroperation bei 34,3. Auch in der Messung der

Kraft erreichten beide Patientengruppen beinahe die gleichen Werte: Patienten mit Voroperation 12,5 Punkte, Patienten ohne Voroperation 11,7 Punkte. Die Aktivität des Armes schmerzfrei wurde bei den Patienten mit Voroperation bei 9,2 Punkten notiert, bei den Patienten ohne Voroperation bei 9,5 Punkten. Die Arbeitsfähigkeit konnten ebenfalls beide Gruppen mit ähnlichen Werten erreichen: Patienten mit Voroperation mit 3,8 Punkten, Patienten ohne Voroperation mit 2,5 Punkten. Beim Schlaf wurde bei beiden Patientengruppen 1,8 Punkte notiert.

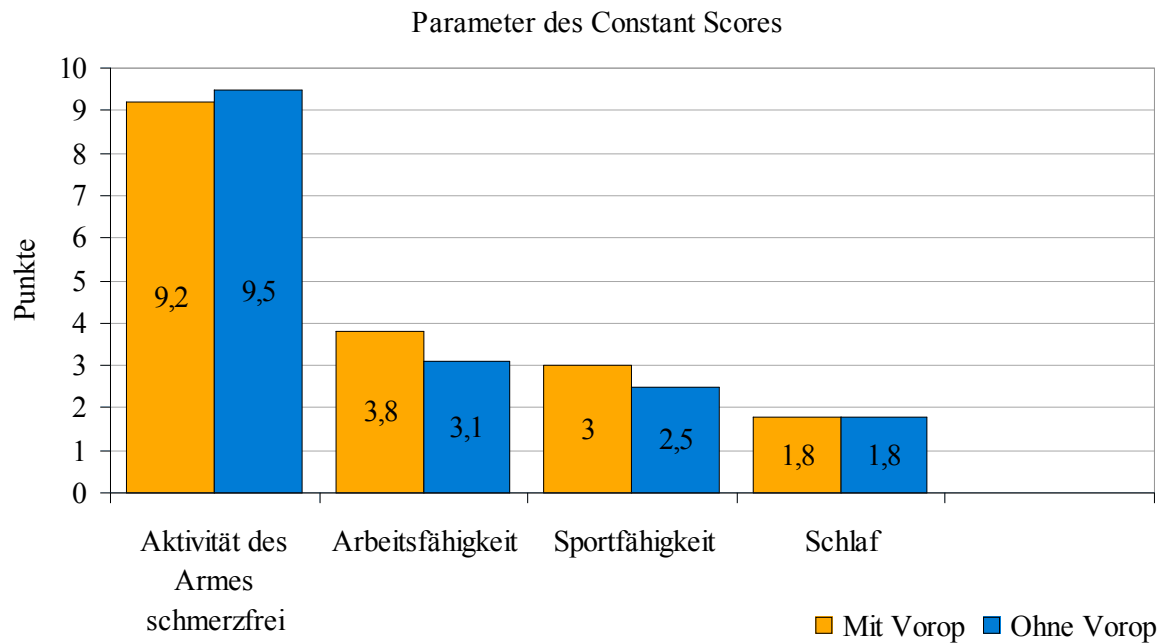


Figur 36: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, zwei Jahre postoperativ

Signifikanzen

	Cs (%)	Schmerz	ADL	ROM	Kraft
Signifikanz = p	0,916	0,751	0,623	0,871	0,671

Tabelle 24: Signifikanzen zwischen den Werten der Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation, zwei Jahre postoperativ



Figur 37: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, zwei Jahre postoperativ

Signifikanzen

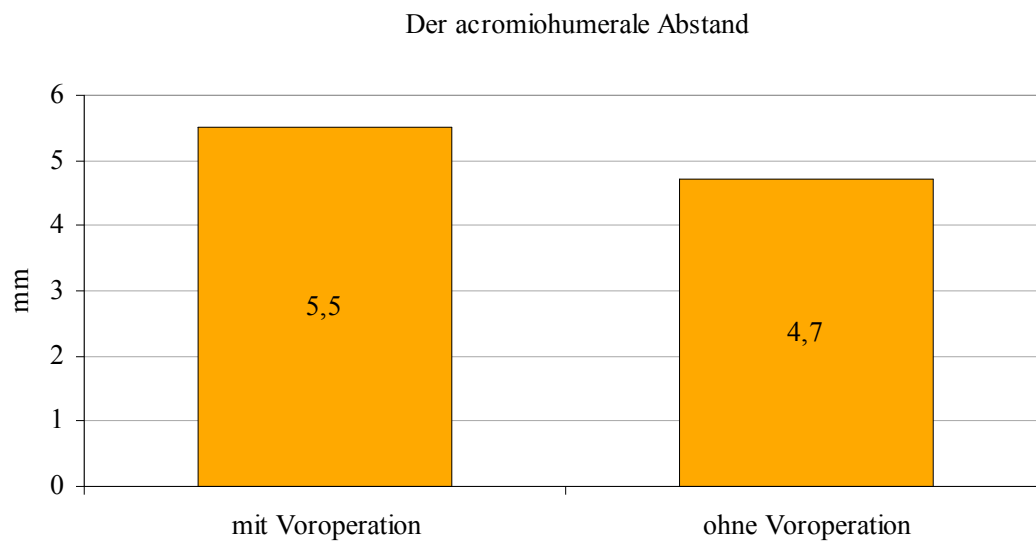
Signifikanzen zwischen den Werten der Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation, zwei Jahre postoperativ

	Aktivität des Armes schmerzfrei	Arbeitsfähigkeit	Sportfähigkeit	Schlaf
Signifikanz = p	0,812	0,322	0,580	0,873

Tabelle 25: Signifikanzen zwischen den Werten der Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation, zwei Jahre postoperativ

Der acromiohumere Abstand

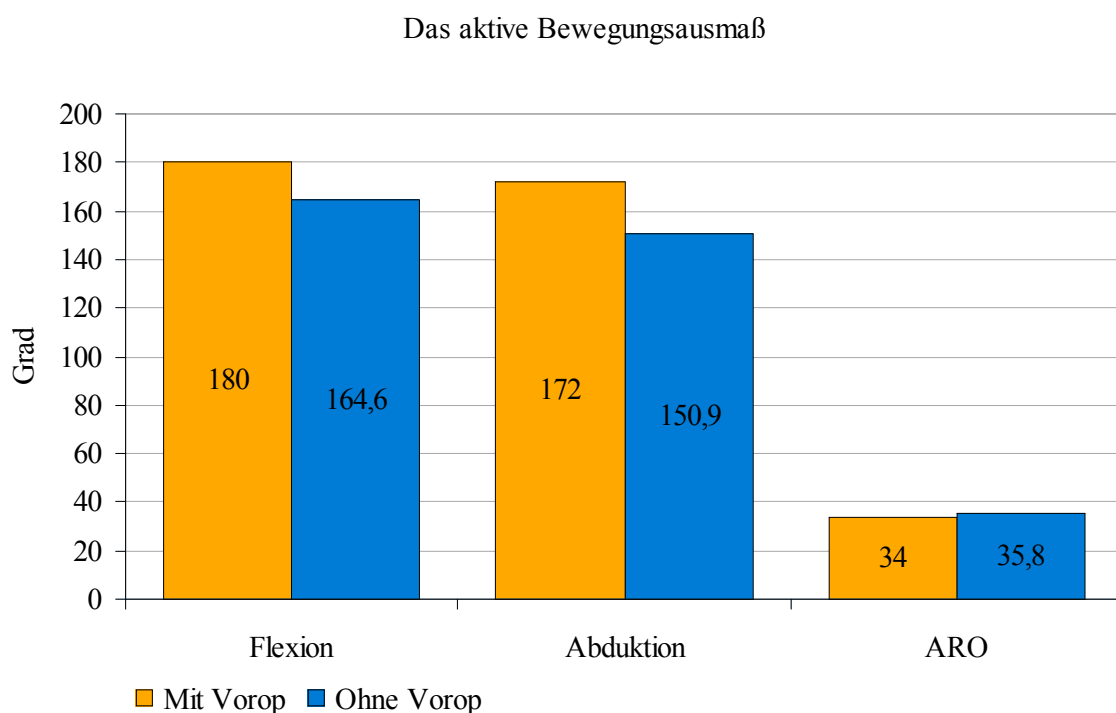
Auch der acromiohumere Abstand zeigt mit 6 mm den genau gleichen Wert bei den Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation ($p = 0,703$), siehe Fig. 38.



Figur 38: Der AHA der Patienten mit Voroperation und der Patienten ohne Voroperation.

Das aktive Bewegungsausmaß

Beim aktiven Bewegungsausmaß zeigen die Patientengruppen ebenfalls in keinen Parameter eine signifikante Differenz, siehe Fig. 39 und Tab. 26. Jedoch schneiden die Patienten mit Voroperation in der aktiven Flexion mit 180 Grad und die Patienten ohne Voroperation mit 164,6 Grad etwas besser ab. Dies gilt auch für die aktive Abduktion: Patienten mit Voroperation erreichen 172 Grad, Die Patienten ohne Voroperation 150,9 Grad. In der Außenrotation liegen die beiden Patientengruppen jedoch fast beim gleichen Wert: Patienten mit Voroperation bei 34 Grad und Patienten ohne Voroperation bei 35,8 Grad.



Figur 39: Werte des Bewegungsausmaßes der Patienten ohne Voroperation versus die Patienten mit Voroperation, zwei Jahre postoperativ

Signifikanzen

	Flexion	Abduktion	Außenrotation
Signifikanz = p	0,085	0,347	0,826

Tabelle 26: Signifikanzen zwischen den Werten des Bewegungsausmaßes der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, zwei Jahre postoperativ

Die Funktionstests

Hier zeigt sich wiederum kein signifikanter Unterschied der Werte, siehe Tab. 27. Die vermeintlich große Differenz von 10% im ARO-Lag-Sign und im Hornblower-Sign entspricht aufgrund der geringen Patientenanzahl ungefähr einem Patienten.

	ARO-Lag-Sign (negativ)	Hornblower-Sign (negativ)	Droparm-Sign (negativ)
Patienten mit Voroperation (%)	80	80	100
Patienten ohne Voroperation (%)	91,7	90,09	100
Signifikanz = p	0,509	0,554	1,0

Tabelle 27: Werte des ARO-Lag-Signs, des Hornblower-Signs und des Droparms-Signs der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, zwei Jahre postoperativ

Der Arthrosegrad

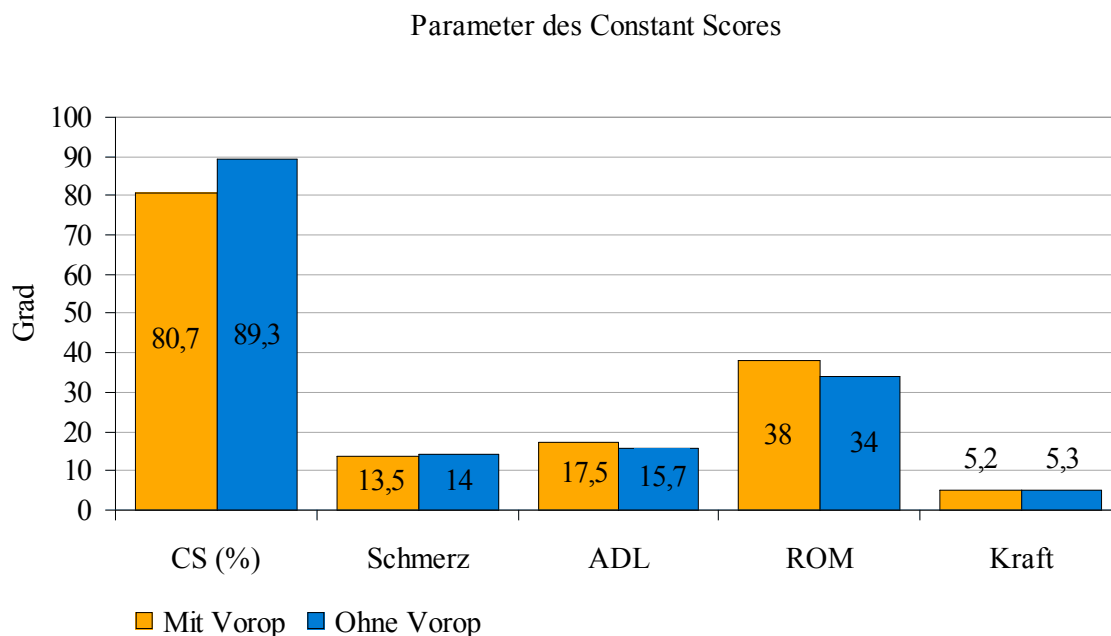
Der Arthrosegrad wurde - wie oben bereits erwähnt – zwei Jahre postoperativ nicht bewertet. Da dies aus medizinischer Sicht nach zwei Jahren nicht sinnvoll ist, siehe Kapitel 3.1.1.

3.4.3 Fünf Jahresergebnisse der Patienten mit Voroperation versus Patienten ohne Voroperation

Fünf Jahre postoperativ lässt sich wie auch präoperativ und zwei Jahre postoperativ kein signifikanter Unterschied in den Parametern des Constant Scores zwischen den Patientengruppen feststellen, siehe Fig. 40, Fig. 41 und Tab. 28, Tab. 29.

Die Patienten mit Voroperation erreichten 80,7% beim Constant Score, die Patienten ohne Voroperation erreichten einen besseren Wert mit 89,3%. Bei den Punkten für den Schmerz wurden für die Patienten mit Voroperation 13,5 Punkte notiert, bei den Patienten ohne Voroperation 14 Punkte. In den Aktivitäten des Alltags erreichten die Patienten mit Voroperation 17,5 Punkte, die Patienten ohne Voroperation 15,7 Punkte. Im Bewegungsausmaß zeigten die Patienten mit Voroperation mit 38 Punkten einen besseren Wert als die Patienten ohne Voroperation mit 34 Punkten. In der Kraft waren die Patientengruppen annähernd gleich: Patienten mit Voroperation bei 5,2 Punkten und die Patienten ohne Voroperation bei 5,3 Punkten. Die Aktivität des Armes schmerzfrei war ebenfalls bei den Patientengruppen fast gleich: Patienten mit Voroperation bei 10 Punkten, Patienten ohne Voroperation bei 9,4 Punkten. Die

Arbeitsfähigkeit wurde bei den Patienten mit Voroperation bei 3,5 Punkten notiert, bei den Patienten ohne Voroperation bei 2,9 Punkten. Für die Sportfähigkeit erreichten die Patienten mit Voroperation 2 Punkte und die Patienten ohne Voroperation 1,7 Punkte. So stellte sich auch die Verteilung für den Schlaf dar: Patienten mit Voroperation 2 Punkte, Patienten ohne Voroperation 1,7 Punkte.

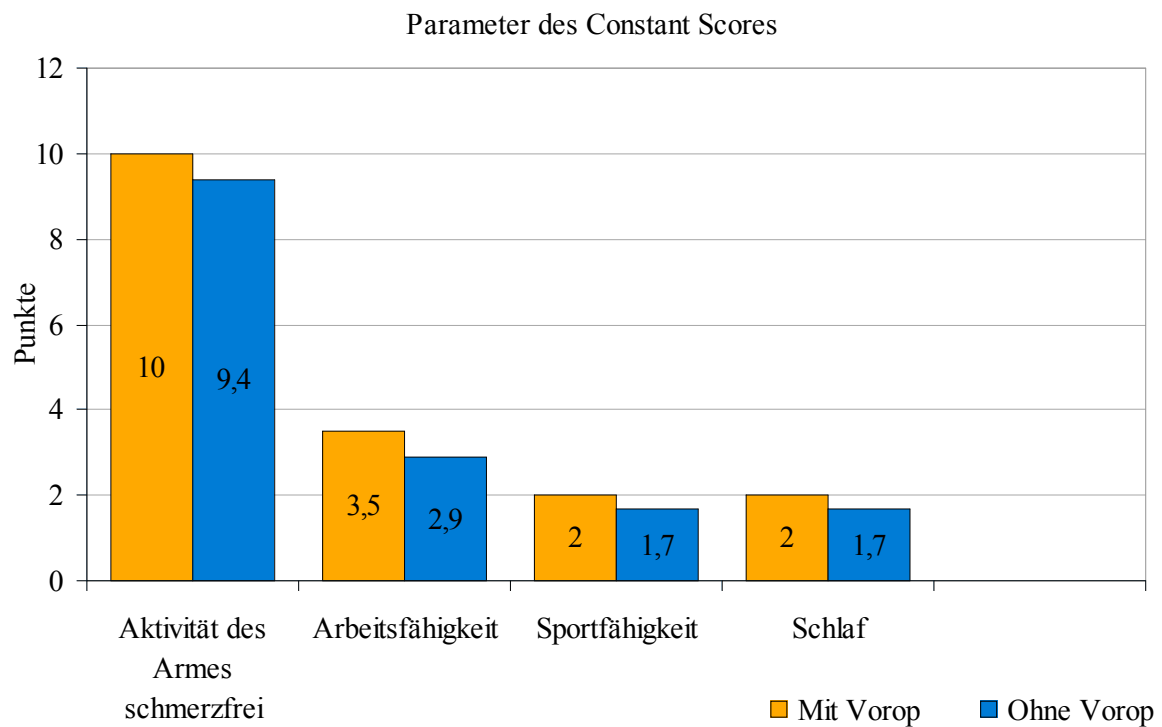


Figur 40: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, fünf Jahre postoperativ

Signifikanzen

	CS (%)	Schmerz	ADL	ROM	Kraft
Signifikanz = p	0,197	0,523	0,230	0,274	0,914

Tabelle 28: Signifikanzen zwischen den Werten der Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation, fünf Jahre postoperativ



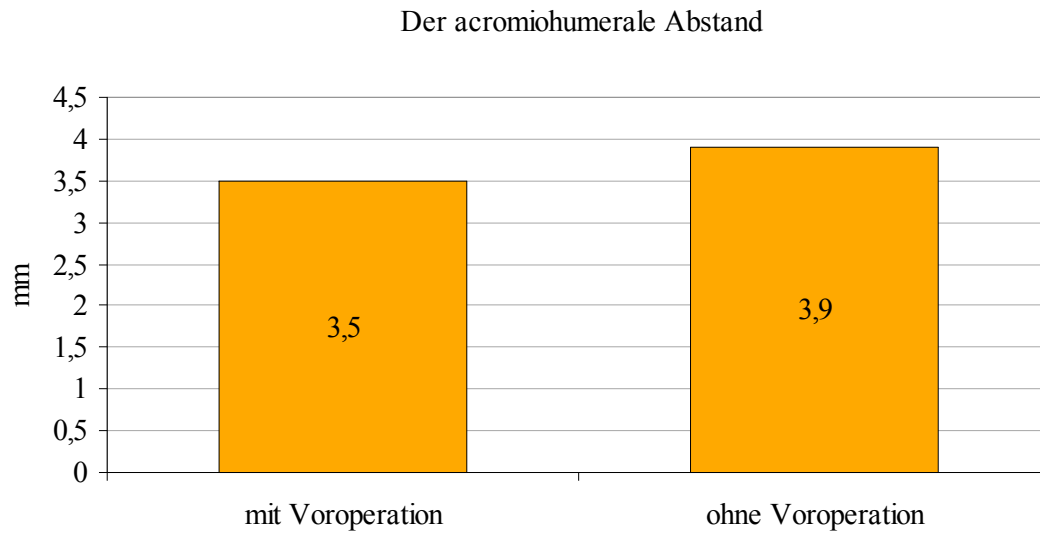
Figur 41: Parameter des Constant Scores der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, fünf Jahre postoperativ

	Aktivität des Armes schmerzfrei	Arbeitsfähigkeit	Sportfähigkeit	Schlaf
Signifikanz = p	0,509	0,497	0,735	0,392

Tabelle 29: Signifikanzen zwischen den Werten der Patienten mit Voroperation und den Patienten ohne Voroperation, fünf Jahre postoperativ

Der acromiohumerale Abstand

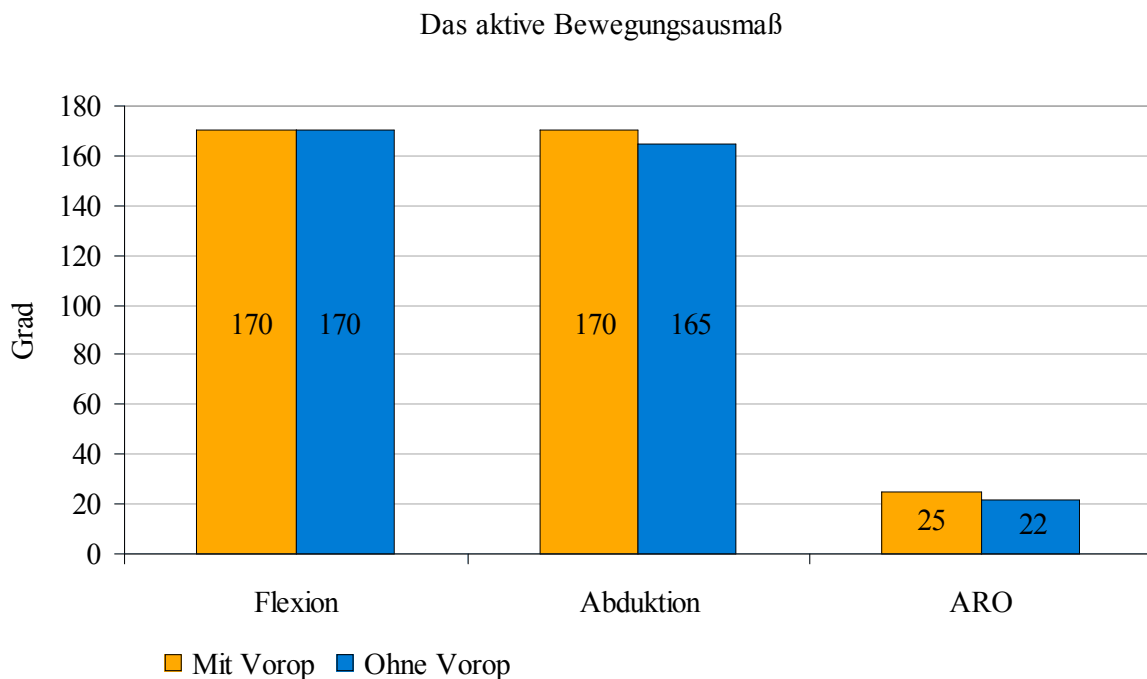
Der acromiohumerale Abstand zeigt fünf Jahre postoperativ bei beiden Patientengruppen den nahezu gleichen Wert. So zeigt sich auch keine signifikante Differenz zwischen den Patienten mit Voroperation und ohne Voroperation ($p=0,741$), siehe Fig. 42.



Figur 42: Der AHA der Patienten mit Voroperation und der Patienten ohne Voroperation.

Das aktive Bewegungsausmaß

In den aktiven Bewegungen lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit Voroperation und ohne Voroperation erreichen, siehe Fig. 43 und Tab. 30. In der aktiven Flexion erreichen beide Patientengruppen 170 Grad. Bei der aktiven Abduktion erreichen die Patienten mit Voroperation 170 Grad und die Patienten ohne Voroperation 165 Grad. Jedoch sieht man, dass die Patienten mit Voroperation mit 25 Grad im Mittel um drei Grad besser in der Außenrotation abschneiden, als die Patienten ohne Voroperation mit 22 Grad.



Figur 43: Werte des Bewegungsausmaßes der Patienten ohne Voroperation versus die Patienten mit Voroperation, fünf Jahre postoperativ

Signifikanzen

	Flexion	Abduktion	Außenrotation
Signifikanz = p	0,777	0,396	0,914

Tabelle 30: Signifikanzen zwischen den Werten des Bewegungsausmaßes der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, fünf Jahre postoperativ

Die Funktionstests

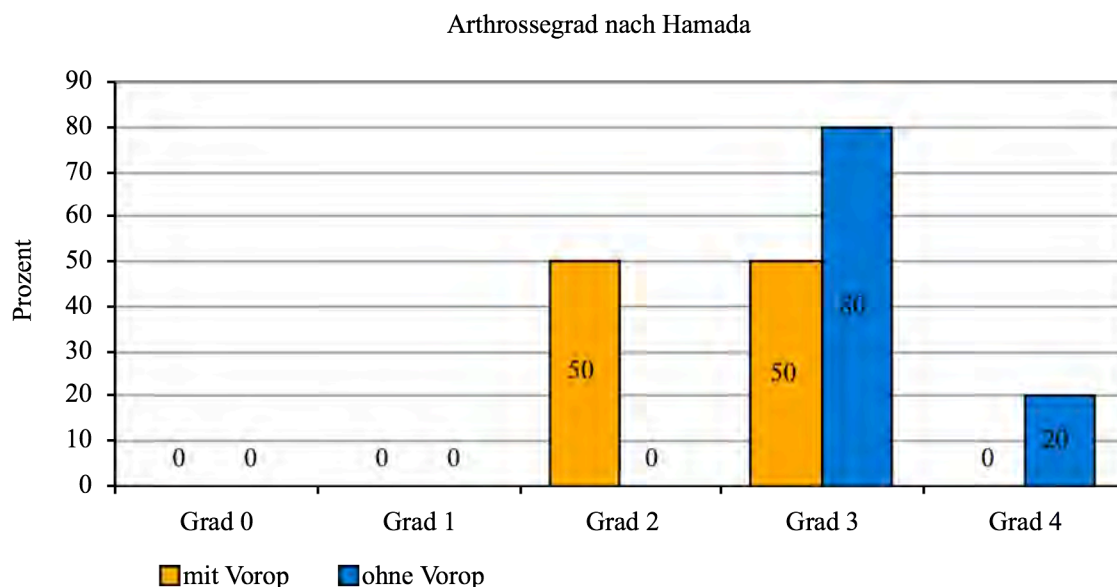
In den Funktionstest lässt sich ebenfalls keine signifikante Differenz zwischen den zwei Patientengruppen errechnen, siehe Tab. 31. Die vermeintlich hohe Differenz muss auf die insgesamt geringe Anzahl der Patienten bezogen werden und relativiert sich somit.

	ARO-Lag-Sign (negativ)	Hornblower-Sign (negativ)	Droparm-Sign (negativ)
Patienten mit Voroperation (%)	50	100	100
Patienten ohne Voroperation (%)	40	40	100
Signifikanz = p	0,802	0,183	1,0

Tabelle 31: Werte des ARO-Lag-Signs, des Hornblower-Signs und des Droparms-Signs der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, fünf Jahre postoperativ

Der Arthrosegrad

In den fünf Jahresergebnissen zeigen die Patienten ohne Voroperation im Vergleich zu den Patienten mit Voroperation ebenfalls keine signifikanten Abweichungen ($p = 0,090$) in der Entwicklung einer Arthrose, siehe Fig. 44. Bei den Patienten mit Voroperation entwickelten 50% einen Grad zwei der Arthrose nach Hamada, die anderen 50% zeigten einen Grad drei. Bei den Patienten ohne Voroperation entwickelten 80% eine Arthrosegrad drei und 20% einen Arthrosegrad vier nach Hamada.



Figur 44: Werte des Arthrosegrades nach Hamada der Patienten mit Voroperation versus die Patienten ohne Voroperation, fünf Jahre postoperativ

4 Diskussion

4.1 Ergebnisse und vorausgegangene Studien

Wir beschrieben eine Operationstechnik nach L' Episcopo zur Behandlung posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen und untersuchten 18 Patienten nach mittleren zwei Jahren sowie nach mittleren fünf Jahren postoperativ. Auch verglichen wir drei Patientengruppen, die gebildet wurden: Patienten gesamt (Gruppe I), Patienten mit Voroperation (Gruppe II) und Patienten ohne Voroperation (Gruppe III)

Der Constant Score der gesamten Patienten (Gruppe I) lag im Mittel präoperativ bei 55,6%, zwei Jahre postoperativ bei 90,4%, fünf Jahre postoperativ bei 87,6%. Er konnte somit signifikant verbessert werden ($p=0,0001$).

Das gleiche gilt für die Punkte im Bezug auf den Schmerz: Von präoperativen 7,5 Punkten konnten 14,1 Punkte zwei Jahren postoperativ ($p=0,0001$) und 13,9 Punkte zur fünf Jahresnachuntersuchung erreicht werden ($p=0,056$).

Das freie Bewegungsausmaß (= ROM) konnte von 25,4 präoperativen Punkten auf 34,9 Punkte zur ersten Nachuntersuchung signifikant verbessert werden ($p=0,0001$). Zum fünf Jahresergebnis wurden noch immer 34,7 Punkte dokumentiert.

Die Flexion verbesserte sich signifikant von 119,5 Grad auf 169,4 Grad zwei Jahre postoperativ ($p=0,0001$), und auf 170 Grad fünf Jahre postoperativ.

Die Abduktion stieg ebenfalls signifikant von 112,8 Grad präoperativ auf 157,5 Grad zwei Jahre postoperativ ($p=0,0001$) und auf 166 Grad fünf Jahre postoperativ.

So konnte auch die Außenrotation von 11,7 Grad präoperativ auf 35,3 Grad zwei Jahre postoperativ signifikant gesteigert werden ($p=0,0001$). Zum fünf Jahresergebnis wurden noch 22,5 Grad notiert.

Die Kraft wurde mit 2,8 Punkten präoperativ auf 11,9 Punkte zwei Jahre postoperativ signifikant verbessert ($p=0,0001$). Fünf Jahre postoperativ hat sie sich im Vergleich zum zwei Jahresergebnis jedoch mit 5,3 Punkten wieder signifikant verschlechtert.

Der präoperative acromiohumerales Abstand (= AHA) mit mittleren 4,5 mm verringerte sich auf 3,8 mm fünf Jahre postoperativ. Diese Verschlechterung zeigt sich jedoch nicht als signifikant ($p=0,778$).

Der Grad der Arthrose nach Hamada wurde fünf Jahre postoperativ bei 8,3% der Patienten bei Grad zwei, bei 75% der Patienten bei Grad drei und bei 16,7% der Patienten bei Grad vier notiert und stellt somit eine signifikante Verschlechterung dar ($p=0,0001$).

Im EMG zwei Jahre postoperativ war bei fünf Patienten die Aktivität der transplantierten Muskeln nur während der isometrischen Außenrotation zu messen, bei sechs Patienten zeigten die Muskeln in isometrischer Außen- und Innenrotation eine Aktivität. Bei einem Patienten zeigten die Muskeln nur während der Innenrotation eine Aktivität. Bei einem weiteren Patienten zeigten die Muskeln weder in der isometrischen Außen- noch Innenrotation eine Aktivität. Fünf Jahre postoperativ zeigten im EMG drei Patienten eine höhere Aktivität der transplantierten Muskeln bei der isometrischen Außenrotation als bei der isometrischen Innenrotation. Bei zwei Patienten waren die Aktivitäten bei der Messung genau gleich. Bei sechs Patienten waren die Ableitungen bei isometrischer Innenrotation höher als bei isometrischer Außenrotation.

Zusammengefasst beurteilt, stellen die fünf Jahresergebnisse der Außenrotation und der Kraft eine relevante Verschlechterung dar. Im EMG war bei elf Patienten eine Aktivität bei der isometrischen Außenrotation zu messen, nur bei zwei Patienten konnte hierbei keine Aktivität gemessen werden. Dies bedeutet, dass die transplantierten Muskeln bei elf Patienten ihre neue Funktion voll übernommen haben.

Im Rahmen der Nachuntersuchungszeit traten keine Komplikationen auf. Auch wurden keine Rerupturen verzeichnet. Alle Patienten waren mit der Operation zufrieden und würden sie unter den gleichen Bedingungen wiederholen.

Diese klinischen Ergebnisse lassen sich mit anderen Studien zu posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen in der Literatur vergleichen ^{5, 38, 40, 64}.

Beauchamp et al. ⁵ veröffentlichten Ergebnisse von 11 Patienten mit dem Durchschnittsalter von 37 Jahren, welche nach der Operationstechnik nach L' Episcopo operiert wurden. Die mittlere Dauer vom Verletzungszeitpunkt bis zur Operation betrug 32 Monate. Er wählte einen Zugang dorsal.

Postoperativ konnten 28 Grad in der Außenrotation gemessen werden. Die durchschnittlichen Punkte der Aktivitäten des Alltags konnten von 14 Punkten präoperativ auf 20 Punkte (von insgesamt 33) postoperativ gesteigert werden. Er betont den Fakt, dass neun von zehn Patienten, welche arbeiteten, wieder in ihren Beruf zurückkehren konnten. Dies stellt bei den jungen Patienten in seiner Studie einen sehr wichtigen Punkt dar. Als relevant sehen sie auch, dass sieben von neun getesteten Patienten den Valpor Überkopf Test bestanden. Über Komplikation wird nicht berichtet.

Gerber et al.³⁸ berichten 2000 über eine Studie mit 29 Patienten. Sie bildeten zwei Patientengruppen: Die erste Gruppe, bei der zwei Sehnen (meist die Sehnen des M. supraspinatus und des M. infraspinatus) betroffen waren und die zweite Gruppe, bei der drei Sehnen beschädigt waren. Die Nachuntersuchung erfolgte mittels MRT nach durchschnittlichen zwei Jahren. Das Alter der Patienten betrug im Mittel 56 Jahre. Der acromiohumerales Abstand präoperativ musste mindestens 6 mm erreichen. Gerber et al. betonen in dieser Studie, dass in früheren Studien die Rerupturrate hoch gewesen sei, insbesondere bei größeren Rissen^{30, 35}. Auch, dass die fettige Degeneration und Atrophie der Muskeln stark sei, insbesondere bei einem hohen Retraktionsgrad der Sehnen^{82, 115}. So nutzten sie eine neue Technik mit der modifizierten Masson – Allen - Naht, welche sie vorher an Schafen testeten^{41, 42}: Sie kombinierten eine transossäre Naht mit einer Masson – Allen -Nahttechnik. Zudem wurde eine 7-Loch Titanplatte als extraossäre Augmentationsstütze verwendet. Weiter splitteten sie den Deltoideus, wählten zwei Zugänge (superolateral und posterior) und verpflanzten den M. latissimus dorsi an die Spitze des Tuberculum majus.

So versuchten sie die Rerupturrate zu senken und damit auch die fortschreitende fettige Degeneration und Atrophie der Muskeln aufzuhalten.

Im Ergebnis mussten sie zehn Rerupturen verzeichnen, eine vergleichbar geringe Anzahl. Die fettige Muskeldegeneration vermehrte sich in allen Schultern. Der alters- und geschlechtsgewichtete Constant Score betrug präoperativ 49% und konnte auf 85% postoperativ verbessert werden. Auch die Punkte für den Schmerz und die der Aktivitäten des Alltags konnten signifikant gesteigert werden. Bei der aktiven Außenrotation verloren besonders die Patienten, bei denen der M. supraspinatus und M. infraspinatus gerissen war, an Bewegungsausmaß. Sie fielen von 41 Grad präoperativ auf 29,3 Grad postoperativ zurück.

So kommen Gerber et al. zu dem Fazit, dass diese Methode eine vergleichbar geringe Rerupturrate ergibt und gute klinische Ergebnisse erzielt. Die fettige Muskeldegeneration kann hierbei jedoch nicht aufgehoben werden. Und auch die Werte der aktiven Außenrotation sind kritisch zu sehen.

Sechs Jahre später versorgten ebenfalls Gerber et al.⁴⁰ eine Studiengruppe von 76 Patienten mit „Zwei- und Dreisehnenrupturen“. Sie transplantierten erneut den Latissimus-dorsi an die Spitze des Tuberculum majus und wählten auch hier zwei Zugänge (superolateral und posterior, an der lateralen Grenze des Latissimus dorsi). Die Nachuntersuchung erfolgte im Durchschnitt nach 53 Monaten, sowohl mit dem Constant-Murley Score, als auch röntgenologisch.

Das Patientenalter betrug im Mittel 61 Jahre. Gerber et al. teilten die Patienten in zwei Gruppen: Gruppe I mit präoperativ negativen Lift-Off-Test und Gruppe II mit präoperativ positiven Lift-Off-Test. Der Test gilt hier als Korrelat für die Funktion des M. subscapularis. Im Ergebnis insgesamt konnte der Constant Score von 55% präoperativ auf 73% postoperativ signifikant ($p < 0,0001$) verbessert werden. Auch konnte eine extreme Schmerzlinderung von sechs Punkten präoperativ auf zwölf Punkte postoperativ erreicht werden. Die Außenrotation konnte von 22 Grad auf 29 Grad verbessert werden. Diese Steigerung errechnete sich jedoch als nicht signifikant. Bei drei Patienten wurde eine vorübergehende Nervenmissemmpfindung beschrieben.

Patienten der Gruppe zwei zeigten postoperativ einen Verlust der Außenrotation von sieben Grad. Auch konnten diese Patienten nicht von einer Stärkung der Kraft profitieren.

In dieser Studie wird hervorgehoben, dass Patienten bei intaktem M. subscapularis von einem Muskeltransfer profitieren. Das Ergebnis der Studie zeigt, dass der Latissimus-Dorsi-Transfer nach Gerber eine langanhaltende und grundlegende Verbesserung in der Schulterfunktion, Kraft und Schmerzminderung bei Rotatorenmanschettenrupturen führt, wenn der M. subscapularis intakt ist.

Iannotti et al.⁶⁴ versorgten in einer Studie von 2006 vierzehn Patienten mit einem Latissimus-Dorsi-Transfer. Das durchschnittliche Patientenalter betrug 54,8 Jahre. Die Nachuntersuchung erfolgte nach mittleren 24 Monaten. Hier wurde mit dem PENN-Schoulder-Score evaluiert und die Untersuchung mittels EMG und MRT durchgeführt.

Iannotti et al. wählten zwei Zugänge: Zunächst präparierten sie von superior, um den Deltoides abzutrennen und zu splitten. Den zweiten Schnitt machten sie lateral am Rand des Latissimus dorsi, um ihn vom Humerus abzutrennen. Reimplantiert wurde die Sehne lateral des Tuberculum majus.

Insgesamt wurde der Penn Score von 40 Punkten präoperativ auf 60 Punkte postoperativ verbessert. Die Außenrotation konnte bei den zufriedenen Patienten um neun Grad verbessert werden (von 23 auf 32 Grad), bei den unzufriedenen um acht Grad (von 6 Grad auf 14).

Eine Schmerzlinderung konnte von 15 Punkten präoperativ mit 23 Punkten postoperativ erreicht werden. Postoperativ zeigte sich in allen transplantierten Muskeln eine Aktivität im EMG während der Adduktion des Armes, jedoch nur bei sechs Patienten eine Aktivität während der Außenrotation. Eine signifikante Atrophie zeigte sich in keinem der transplantierten Muskeln. Ein Patient hatte im Zeitraum der Nachuntersuchung eine partielle Ablösung des

Deltoideus. Intraoperativ zeigte sich, dass der Latissimus dorsi sich vom Tuberculum majus gelöst hatte.

Im Ergebnis zeigte sich eindeutig, dass die Patienten mit einer relativ guten präoperativen Funktion und Fitness einen wesentlich größeren Gewinn durch die Operation erreichen konnten.

Herzberg et al.⁵⁹ veröffentlichten eine biomechanische Studie im Bezug auf Spannung, Länge und Sehnenqualität der zu einem Transfer zur Verfügung stehender Muskeln. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Kombination des Teres major und des Latissimus dorsi beste Voraussetzungen für einen Transfer erfüllt. Der Latissimus dorsi ist der Muskel um den Schultergürtel herum, der mit 33,9 cm die höchste „Potential Excursion“ (=PE) aufweist, sich aber bei der „Relative Tension“ (=RT) eher im Mittelfeld befindet. Das bedeutet, dass er trotz ausreichender Länge eine relative Schwäche aufweist. Mit dem Teres major zusammen erfüllt er die geforderten Eigenschaften.

Albridge et al.¹ stellen sich ebenfalls die Frage nach Anzahl und Kombination der zu verpflanzenden Muskeln. Sie konnten gute Ergebnisse mit einem Transfer des Pectoralis major in Kombination mit dem Latissimus dorsi präsentieren¹.

4.2 Ziel dieser Studie

Die oben diskutierten Studien unterstützen die Aussage, dass zusätzlich zum Latissimusdorsi- oder auch Teres-major-Transfer bei Patienten mit schweren Außenrotationsdefizit, pathologischen Hornblower-Sign und intaktem M. subscapularis die Indikation zum Muskeltransfer des Latissimus dorsi in Kombination mit dem Teres major nach L'Epsicopo steht⁴⁷.

Hier fällt die kraniale Defektdeckung weg, auf eine zweite Inzision (laterosuperior) wird verzichtet und somit der Deltoideus geschont. Die gemeinsame Sehne wird mit Fadenankern weiter lateral und distal auf Höhe des chirurgischen Halses am Humerus fixiert. Der Wanderung des Humeruskopfes nach kranial kann bei dieser Technik nicht entgegengewirkt werden. Auch in unserer Studie zeigt sich zum Zeitpunkt der zweiten Nachuntersuchung eine Verringerung des AHA um 0,67 mm gegenüber dem präoperativen Wert.

Ziel dieser Operationstechnik ist in erster Linie, durch Wiederherstellung der Balance zwischen Außenrotation und Innenrotation⁵, die aktive Schulterfunktion zu verbessern und die Kraft in der Schulter wieder herzustellen. Auch sollte eine Schmerzminderung erreicht wer-

den. Durch eine vorgeschaltete Arthroskopie lässt sich eine potentiell luxierte oder rupturierte Bizepssehne sanieren.

Eine Acromioplastik wird nicht durchgeführt.

Insbesondere wenn der acromiohumerale Abstand kleiner als 5 mm misst, ist dieses Operationsverfahren von Vorteil ⁴⁷. Auch dieses Kriterium traf mit einem mittleren Wert von 4,5 mm präoperativ auf die teilnehmenden Patienten dieser Studie zu.

4.3 Präoperative Ausgangswerte

Wie im Ergebnisteil beschrieben, unterschieden sich die Patientengruppen in keinem präoperativen Parameter signifikant. Jedoch betrachtet man die einzelnen Werte, zeigen die Patienten mit Voroperation bessere Werte in den Punkten der ADL mit 12,4 Punkten gegenüber 7,3 Punkte der Patienten ohne Voroperation, bei der Kraft mit 3,4 Punkten gegenüber 2,2, Punkten, bei der Aktivität des Armes schmerzfrei mit 6,8 Punkten gegenüber 4,4 Punkten. Auch zeigten die Patienten mit Voroperation alle einen Grad null nach der Arthrose-einteilung von Hamada. Bei der Außenrotation zeigen sie jedoch schlechtere Werte (5,8 Grad) als die Patienten, die noch nicht operiert wurden (7,5 Grad). Dies korreliert mit einem schlechteren Ergebnis beim ARO-Lag-Sign.

Diese Werte lassen die Aussage zu, dass die Patienten mit Voroperation, von dieser profitierten. Insbesondere in den Aktivitäten des Alltags und der Schmerzlinderung. Sie scheinen langsamer einer Arthrose zu entwickeln, als ohne Operation.

4.4 Zwei Jahresergebnisse

Hier zeigten unsere Patienten ein nahezu optimales Ergebnis. Eine signifikante Besserung konnte in allen Parametern des Constant Scores dokumentiert werden. Er wurde insgesamt von 55,6% auf 90,4% gesteigert.

Die Patienten waren mit 14,2 Punkten schmerzfrei, auch während der Nacht mit 1,8 Punkten (von 2) und bei der Aktivität des Armes mit 9,4 Punkten (von 10). Das Bewegungsausmaß (ROM) konnten wie unter 4.1. erwähnt signifikante Verbesserungen erzielen.

Zufriedenstellend zeigten sich auch die Werte der Funktionszeichen. Im ARO-Lag-Sign wurde eine signifikante Besserung dokumentiert ($p=0,0001$). 87,5% der Patienten zeigten postoperativ ein negatives Hornblower-Sign und im Droparm-Signs waren 100% der Patienten negativ.

Der AHA wurde im Mittel mit 1,5 mm Zunahme bei der zwei Jahresnachuntersuchung notiert.

Die Patienten mit Voroperation sowie die Patienten ohne Voroperation profitierten zur zwei Jahresnachuntersuchung von der Operation gleichermaßen. Sie wiesen keine signifikanten Unterschiede in den gemessenen Parametern auf. Auch wenn man hier die einzelnen Werte betrachtet, sind die erreichten Werte nahezu identisch. Hieraus ist zu schließen, dass in dieser Studie die präoperative Funktion, verbessert durch eine Voroperation, für das klinische Ergebnis der Patienten keine Rolle zu spielen scheint.

4.5 Fünfjahresergebnisse

Betrachtet man die Signifikanz der Veränderung zwischen den Zweijahres- und den Fünfjahresergebnissen, wurden die Werte der Kraft und der Sportfähigkeit innerhalb dieser drei Jahre signifikant schlechter. In allen anderen Parametern konnte keine signifikante Differenz und somit ein Verschlechterung der Ergebnisse errechnet werden.

Betrachtet man die Signifikanzen der präoperativen Werte gegenüber den fünf Jahresergebnissen, zeigt sich ebenfalls ein nahezu optimales Ergebnis. Das freie Bewegungsausmaß (ROM) und die Abduktion zeigten einen eindeutigen Trend zur Verbesserung ($p=0,056$). In der Arbeitsfähigkeit und Sportfähigkeit konnten sich die Patienten jedoch nicht signifikant verbessern ($p=0,111$).

Die Außenrotation weist ebenfalls keine signifikante Besserung auf ($p=0,722$). Dies korreliert mit sehr schlechten Werten im ARO-Lag-Sign. Dennoch muss, wie im Ergebnisteil geschrieben, die erheblich große Differenz zwischen dem Patienten mit dem minimalsten Wert bzw. Ergebnis zu dem Patienten mit dem maximalsten Wert an Außenrotation betont werden. Bei der geringen Patientenanzahl ($n=12$) zur fünf Jahresuntersuchung kann der Median leicht einen falschen Eindruck von dem Ergebnis der einzelnen Patienten geben. So sollte man hier auch die einzelnen Werte getrennt betrachten.

Warum vier der Patienten nach fünf Jahren eine sehr geringe Außenrotation zeigen, vermögen wir nicht zu beurteilen. Da nur zwei der Patienten mit Voroperation zur fünf Jahresnachuntersuchung kamen und hiervon einer 50 Grad und einer 0 Grad in der Außenrotation erlangte, können wir nicht beurteilen, ob die Voroperation hierbei eine Rolle spielt. Weitere Faktoren, die unter anderem eine Rolle spielen könnten, sind Komorbidität und Geschlecht. Jedoch können wir bei vier bis fünf Patienten in dieser Studie keine allgemeingültige Regel erstellen. Würde man also das Fünfjahresergebnis der Außenrotation in unserer Studie betrachten, würden es die Ergebnisse von Gerber *et al.*⁴⁰ und Iannotti⁶⁴ bestätigen. Jedoch hatte Gerber eine mittlere Nachuntersuchungszeit von 37 Monaten und bei Iannotti waren es 24 Monate. So

sind ihre Ergebnisse, vom Zeitrahmen her, mit unseren zwei Jahresergebnissen zu vergleichen. Und somit weniger erfolgreich.

In dieser Studie verringerte sich der AHA von präoperativ auf fünf Jahre postoperativ um 0,7 mm, jedoch nicht signifikant ($p = 0,778$).

Zuletzt ist zu sagen, dass sich die Patientengruppe II von der Patientengruppe III auch hier in keinem Parameter signifikant unterscheidet. Dies bestätigt zusätzlich die oben genannte Schlussfolgerung, dass sowohl Patienten mit Voroperation, als auch Patienten ohne Voroperation von dieser Operationsmethode profitieren.

4.6 Schwächen der Studie

Aufgrund der geringen Patientenanzahl, die an dieser Studie teilgenommen hat, ist der Median der Ergebnisse weniger reliabel, als er mit einer größeren Patientenzahl gewesen wäre. Häufig wurde der mittlere Wert aus einer sehr geringen Anzahl von Ergebnissen errechnet, so dass der davon abgeleiteten Signifikanz keine Aussagekraft mehr zugemessen werden sollte. In diesem Fall sollte man eher das Augenmerk auf die einzelnen Werte richten. Ein Beispiel hierfür ist die deutliche Verbesserung der Patienten in der Außenrotation fünf Jahre postoperativ: Von präoperativen 11,7 Grad konnten sie fünf Jahre nach der Operation noch immer 22,5 Grad erreichen. Dies stellt, rein objektiv betrachtet, eine durchaus relevante klinische Verbesserung für die Patienten dar. Sie errechnet sich jedoch nicht als signifikante Verbesserung ($p = 0,722$).

Durch das Ausbleiben von Patienten zur fünf Jahresnachuntersuchung, wurde auf das Errechnen einer Signifikanz zwischen den präoperativen Ergebnissen und den fünf Jahresergebnissen der Patienten mit Voroperation verzichtet. Da diese Patientengruppe (Gruppe II) jedoch in allen anderen verglichenen Werten keinen signifikanten Unterschied zu den Patienten ohne Voroperation (Gruppe III) aufweist, kann davon ausgegangen werden, dass auch hier keine signifikante Differenz zwischen den beiden Gruppen besteht. Aus oben genanntem Grund besteht der mittlere Wert der fünf Jahresergebnisse der Patienten mit Voroperation aus den Werten zweier Patienten.

Rechnerisch kritisch zu sehen, sind ebenfalls die Signifikanzen des Droparm-Signs. Alle Patienten, bei denen das Zeichen dokumentiert wurde, waren hierfür sowohl zwei Jahre als auch fünf Jahre postoperativ negativ. Dennoch errechnet sich keine signifikante Besserung.

4.7 Ergebnisse und Operationstechnik im direkten Literaturvergleich

Die Erwartungen an die Operationstechnik konnten in dieser Studie mit einem guten bis sogar optimalen Ergebnis erreicht werden. Es traten weder postoperative Komplikationen auf, noch wurden Rerupturen beobachtet.

In der oben diskutierten Studie von Gerber et al.³⁸ wiesen dagegen 10 von 29 Patienten eine Reruptur auf. Eine Erklärung hierfür könnten verschieden verwendete Nahtsysteme bzw. Nahttechniken sein. Gerber et al. kombinierten eine transossäre Naht mit einer Masson-Allen-Naht-Technik. Zudem wurde eine 7-Loch Titanplatte als extraossäre Augmentationsstütze verwendet. Die in dieser Studie angewandten Titananker, werden demgegenüber komplett unter das Kortikalisniveau gebracht. Sie leisten somit eine höhere Nahtsicherheit.

Gerber et al. verzeichneten im Schnitt einen Anstieg des Constant Scores um 36%. Dieses Ergebnis deckt sich beinahe mit dem Anstieg um 35% in dieser Studie. Allerdings sollte man die einzelnen Parameter genauer betrachten:

Sie konnten keine signifikante Verbesserung aller Patienten in der Kraft und der aktiven Außenrotation verzeichnen. Betrachtet man jedoch nur die Werte der erfolgreich reparierten Schultern in der Studie, konnte eine signifikante Besserung von präoperativ 1,55 kg zu 4,4 kg in der Kraft erreicht werden³⁸.

Iannotti et al.⁶⁴ kamen in der oben erwähnten Studie von 2006 zu dem Ergebnis, dass alte Patienten mit einer generellen schlechteren Fitness und Muskelstärke nicht von einem Transfer profitieren - das Durchschnittsalter in der Studie betrug 54,8 Jahre. Zusätzlich sind sie der Meinung, dass die Gefahr besteht, eine schlechte präoperative Situation durch die Operation zusätzlich zu verschlechtern⁶⁴.

Ihre Ergebnisse korrelieren nicht mit denen dieser Studie. Von der Operationsmethode, die in dieser Studie angewendet wurde, profitierten alle Patienten von der Operation. Auch die älteren Patienten und die Patienten mit Voroperation.

An den Ergebnissen im Vergleich wird deutlich, dass die Patienten von der Technik nach L'Episcopo besonders im Bezug auf die Außenrotation, Abduktion und Kraft hier deutlich mehr profitierten: In der Studie von Gerber et al.³⁸ verschlechterte sich die Außenrotation sogar von 41 Grad präoperativ auf 29,3 Grad postoperativ, die Abduktion konnte von 74 Grad auf 148 Grad verbessert werden, und die Kraft nahm von 0,8 kg auf 3,3 kg zu. (Nur Werte der Patienten mit Ruptur der Infraspinatus- und Supraspinatussehne betrachtet). In dieser Studie jedoch konnten diese Parameter im 2-Jahresergebnis alle signifikant verbessert werden. Die

Außenrotation stieg von 11,7 Grad auf 35,3 Grad, die Abduktion nahm von 112,8 Grad auf 165 Grad zu und die Kraft wuchs von 1,15 kg auf 5,37 kg.

Dennoch profitierten bei Gerber et al. die Patienten von dem Transfer und die Rerupturrate war geringer als bei anderen Reparaturtechniken^{35, 52, 102}.

Eine mögliche Erklärung für die Differenzen der klinischen Ergebnisse der Patienten könnte wie oben diskutiert die unterschiedliche operative Technik im Bezug auf die Nahtsysteme sein. Auch der Ort der Reinsertation und Anzahl der transplantierten Muskeln spielen eine Rolle. Bei der Technik die Celli et al.¹⁸ verwendeten wurde nur der Teres major verpflanzt. Gerber et al.^{38, 40} und Iannotti⁶⁴ transplantierten den Latissimus dorsi. Beide Muskeln können allein von der Kraft her nicht beide gerissenen Muskeln (Infraspinatus und Supraspinatus) ersetzen^{19, 59}.

Auch Gerber et al.^{38, 40} splitteten den Deltoideus, der so eventuell in Mitleidenschaft gezogen wird. Sie wählten zwei operative Zugänge (superior und am lateralen Rand des Latissimus). Iannotti et al. gingen nach der gleichen Technik vor.

Bei der Technik nach L' Episcopo, die in dieser Studie angewandt wurde, wird der Deltoideus komplett geschont. Somit wird einer möglichen Schwächung des Deltoideus vorgebeugt.

Wie im Ergebnisteil beschrieben, zeigen in dieser Studie bis auf zwei Patienten alle eine höhere Aktivität der transplantierten Muskeln während der Außenrotation als bei der Innenrotation. Inwiefern das Ausmaß der Aktivität mit dem besseren klinischen Ergebnis korreliert, wurde dabei nicht beurteilt. Nach Iannotti et al. zeigten die Patienten mit Aktivität des Latissimus dorsi bei Außenrotation im EMG ein sehr gutes klinisches Resultat⁶⁴.

Im Bezug auf die Symptombdauer bis zur Operation schreiben Gerber et al., dass die Patienten mit der kürzesten Symptombdauer die geringste Rerupturrate aufweisen und daher auch von einem besseren postoperativen Ergebnis profitieren³⁸.

In dieser Studie wird keine Relevanz der Symptombdauer bis zum Operationszeitpunkt für das postoperative Ergebnis angenommen. Die Patienten mit der längeren Symptombdauer sind voroperiert und es ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen diesen Patienten (=Gruppe II) und den Patienten ohne Voroperation (= Gruppe III).

Bisherige Studien sind sich einig, dass Patienten, bei denen ein Muskeltransfer durchgeführt wurde, von einer großen Schmerzminderung profitieren⁴⁰. Dies zeigt sich auch in den Studien, die in dieser Arbeit diskutiert wurden^{5, 19, 38, 40, 64}.

4.8 Schlußfolgerung

Der Muskeltransfer nach L' Episcopo erzielt sehr zufriedenstellende Ergebnisse bei älteren Patienten mit posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen und folglich schweren Außenrotationsdefizit. In dieser Studie waren alle Patienten zufrieden und würden die Operation wiederholen. In allen Parametern des Constant Scores zeigte sich eine signifikante Besserung der Schultern zwei Jahre postoperativ. Auch wurden sehr gute Ergebnisse in der Funktion gemessen. Fünf Jahre postoperativ konnte ebenfalls in allen gemessenen Werten eine deutliche Besserung gegenüber den präoperativen Werten erreicht werden.

Jedoch verringerte sich das Bewegungsausmaß der Außenrotation fünf Jahre postoperativ im Vergleich zu den zwei Jahre postoperativ erhobenen Werten. Auch bei der Kraft musste eine Verschlechterung im Vergleich zu den zwei Jahre postoperativ gemessenen Werten notiert werden. Dennoch waren die erreichten Ergebnisse in beiden Parametern deutlich besser als präoperativ. Kraft präoperativ: 2,6 Punkte. Kraft fünf Jahre postoperativ: 5,3 Punkte. Außenrotation präoperativ: 11,7 Grad. Außenrotation fünf Jahre postoperativ: 22,5 Grad.

Es zeigt sich, dass auch längerfristig sehr gute Ergebnisse durch diese Operationstechnik erreicht werden können.

Die Entwicklung einer Arthrose kann jedoch auch bei dieser Technik nicht vermieden werden.

Der Muskeltransfer nach L' Episcopo stellt somit eine schonende, komplikationsarme und erfolgsversprechende Operationsmethode dar, besonders auch als primäre Alternative gegenüber einer Grammontprothese. Zu diskutieren ist die erheblich niedrigere Infektionsrate. In dieser Studie traten keine Komplikationen auf. Auch in den oben diskutierten Studien über Muskeltransfertechniken ist die Komplikations- und Infektionsrate erheblich gering^{5, 38, 40}. Bei einer inversen Prothese jedoch, werden häufig Komplikationen wie Instabilität und Aushängung der Prothese, eine Lockerung der Pfanne⁹⁷ oder der Oberarmkomponenten, schwere Infektionen, Einklemmungen sowie Schmerzen verzeichnet. Nach Boileau et al. sind die Ergebnisse einer Grammontprothese schwer vorhersehbar. Sie weisen auch auf die hohe Infektionsrate hin¹².

Bekannter Fakt ist, dass eine Prothese nach einem gewissen Zeitraum gewechselt werden muss. So steht einem Patienten mittleren Alters im Laufe seines Lebens minimal ein Prothesenwechsel bevor.

Bei einer posterosuperioren Rotatorenmanschettenruptur sollte zunächst der Muskeltransfer nach L' Episcopo in Erwägung gezogen werden, bevor an eine Prothesenimplantation gedacht wird. So kann man die Prothese als Reserveverfahren für Schultern, die sich im Bezug auf die Funktion und den Schmerz therapieresistent zeigen, sehen.

5 Zusammenfassung

In der Literatur sind bisher viele verschiedene Techniken zur Wiederherstellung einer posterosuperioren Rotatorenmanschettenruptur diskutiert worden. Ziel der vorliegenden prospektiven Studie ist es, den Muskeltransfer nach der Technik von L' Episcopo vorzustellen und postoperative Ergebnisse insbesondere im Bezug auf den langzeitigen Heilungsverlauf und die Funktion der Schultern nach dem Muskeltransfer darzustellen. Weiterhin verglichen wir voroperierte mit nicht voroperierten Schultern.

Im Zeitraum von 1998 bis 2000 versorgten wir achtzehn Patienten mit einer kompletten posterosuperioren Rotatorenmanschettenruptur (Grad IV nach Bateman) durch einen kombinierten Muskeltransfer des Latissimus dorsi und des Teres Major mit der Technik nach L' Episcopo. Die Patienten wurden in drei Gruppen unterteilt: Alle Patienten gesamt (= Gruppe I); fünf Patienten, bei denen bereits zuvor eine operative Revision der Rotatorenmanschette erfolgte (= Gruppe II), und dreizehn Patienten, die nicht voroperiert waren (= Gruppe III). Dargestellt wurden die Parameter aller Patientengruppen im Verlauf und sowie ein Vergleich der voroperierten und nicht voroperierten Patienten. Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt betrug 55 Jahre (34-71). Insgesamt wurden 6 Frauen und 12 Männer behandelt. Bei siebzehn Patienten war rechts die dominante und betroffene Seite, ein Patient wurde links operiert. Es erfolgten zwei Nachuntersuchungen: nach mittleren 24,7 Monaten (13-39) und nach mittleren 70,8 Monaten (60- 87). Evaluiert wurden die Ergebnisse mittels des Constant Murley Scores (= CS). Zusätzlich wurden jeweils ein EMG und ein Röntgenbild in drei Ebenen angefertigt. Der Muskelflap wurde sonographisch beurteilt.

Ausschlusskriterien waren ein gerissener M. subscapularis und/oder ein verletzter M. Deltoidus.

Der CS der gesamten Patienten (= Gruppe I) konnte zum Zeitpunkt beider Nachuntersuchungen signifikant verbessert werden. Das gleiche gilt für die Punkte im Bezug auf den Schmerz, die Bewegungsfreiheit des Armes (= ROM), die Flexion und die Abduktion. Die Außenrotation konnte zwei Jahre postoperativ ebenfalls signifikant verbessert werden. Fünf Jahre postoperativ konnte gegenüber dem zwei Jahresergebnis keine signifikante Verbesserung erreicht werden. Ebenso stellt sich die Punkteanzahl für die Kraft dar: Zwei Jahre postoperativ verbesserte sie sich enorm. Sie fällt jedoch fünf Jahre postoperativ auf die Hälfte des erreichten Wertes ab.

Der präoperative acromiohumale Abstand (= AHA) verkleinerte sich zur letzten Nachuntersuchung kontinuierlich. Dies entspricht der Tatsache, dass bei der Operationstechnik nach L'

Episcopo einer Humeruskopfkransialisierung nicht entgegen gewirkt werden kann. Das Ergebnis korreliert mit einer signifikanten Verschlechterung des Arthrosegrades (nach Hamada). Im Rahmen der Nachuntersuchungszeit traten keine Komplikationen auf. Auch wurden keine Rerupturen verzeichnet. Alle Patienten waren mit der Operation zufrieden und würden sie unter den gleichen Bedingungen wiederholen.

Zwischen den zwei Patientensubgruppen Gruppe II (= Patienten mit Voroperation) und Gruppe III (= Patienten ohne Voroperation) war in keinem gemessenen Parameter ein signifikanter Unterschied zu verzeichnen.

Die Operationsmethode nach L' Episcopo erzielt sehr zufriedenstellende Ergebnisse auch in voroperierten Schultern und bei älterem Patienten. Besonders im Bezug auf Funktion und Schmerzminderung bis zu 39 Monate postoperativ konnten optimale Ergebnisse erreicht werden. Wichtig sind ein präoperativ intakter M. Subscapularis und M. Deltoideus.

Fünf Jahren postoperativ ist jedoch mit einer Verschlechterung der Außenrotation und einer Kraftminderung zu rechnen. Auch ein Fortschreiten des Arthrosegrades kann nicht verhindert werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Aldridge, J. M., 3rd, T. S. Atkinson, and W. J. Mallon. Combined pectoralis major and latissimus dorsi tendon transfer for massive rotator cuff deficiency. *J Shoulder Elbow Surg.* 13:621-629, 2004.
2. Arnold, G., Beier, H.M., Herrmann, M., Kaufmann, P., Kretschmann, H.-K., Kühnel, W., Schiebler T.H., Schmidt, W., Steiniger, B., Winckler, J., van der Zypen, E., Zilles, K. Schultergürtel und obere Extremität. In: *Anatomie*. T. H. Schiebler, Schmidt, W., Zilles, K. (Ed.) Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1999, pp. 274, 275, 282.
3. Baer, W. Operative Treatment of subdeltoid bursitis. *John Hopkins Hosp. Bull*, 1907.
4. Bateman, J. E. The Diagnosis and Treatment of Ruptures of the Rotator Cuff. *Surg Clin North Am.* 43:1523-1530, 1963.
5. Beauchamp, M., D. E. Beaton, T. A. Barnhill, M. Mackay, and R. R. Richards. Functional outcome after the L'Episcopo procedure. *J Shoulder Elbow Surg.* 7:90-96, 1998.
6. Bier, A., Braun, H., Kühn, H. Operationen an der oberen Extremität. In: *Chirurgische Operationslehre*. W. Müller (Ed.) Leipzig: A. Bastei, 1912-1914, pp. 397-691.
7. Bigliani, L. U., F. A. Cordasco, S. J. McIlveen, and E. S. Musso. Operative treatment of failed repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 74:1505-1515, 1992.
8. Bigliani, L. U., Morrison, D., April, E.W. Morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff. *Orthopade Trans* 10:228, 1986.
9. Birnbaum, K. and W. Lierse. Anatomy and function of the bursa subacromialis. *Acta Anat (Basel)*. 145:354-363, 1992.
10. Birnbaum, K., A. Prescher, and K. D. Heller. Anatomic and functional aspects of the kinetics of the shoulder joint capsule and the subacromial bursa. *Surg Radiol Anat.* 20:41-45, 1998.
11. Boehm, T. D., Müller, T., Rehwald, C., Gohlke, F., Barthel, J., Eulert, J. Age and sex related constant Murley Score. *J Shoulder Elbow Surg.* 6:194, 1997.
12. Boileau, P., D. J. Watkinson, A. M. Hatzidakis, and F. Balg. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg.* 14:147-161, 2005.
13. Bonnin, M. La radiographie simple dans les tendon sus-epineux. In: *Journées Lyonnaises d'épaule* Lyon, 1993.
14. Braune, C., H. Gramlich, and P. Habermeyer. [The macroscopic aspect of rotator cuff tears in traumatic and nontraumatic rupture cases]. *Unfallchirurg.* 103:462-467, 2000.
15. Brewer, B. J. Aging of the rotator cuff. *Am J Sports Med.* 7:102-110, 1979.
16. Brickner, W. Pain in the arm: subdeltoid (subacromial) bursitis. *JAMA*:1237-1243, 1917.
17. Burkhart, S. S. Arthroscopic treatment of massive rotator cuff tears. Clinical results and biomechanical rationale. *Clin Orthop Relat Res*:45-56, 1991.
18. Celli, A., M. C. Marongiu, C. Rovesta, and L. Celli. Transplant of the teres major in the treatment of irreparable injuries of the rotator cuff (long-term analysis of results). *Chir Organi Mov.* 90:121-132, 2005.
19. Celli, L., C. Rovesta, M. C. Marongiu, and S. Manzieri. Transplantation of teres major muscle for infraspinatus muscle in irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 7:485-490, 1998.
20. Cleeman, E., Y. Hazrati, J. D. Auerbach, K. Shubin Stein, M. Hausman, and E. L. Flatow. Latissimus dorsi tendon transfer for massive rotator cuff tears: a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg.* 12:539-543, 2003.

21. Codman, E. *The shoulder: rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa*. Boston: Todd, 1934
22. Comtet, J. J. and Y. Auffray. [Physiology of the elevator muscles of the shoulder]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 56:105-117, 1970.
23. Constant, C. R. and A. H. Murley. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*:160-164, 1987.
24. Covey, D. C., D. C. Riordan, M. E. Milstead, and J. A. Albright. Modification of the L'Episcopo procedure for brachial plexus birth palsies. *J Bone Joint Surg Br*. 74:897-901, 1992.
25. Cuomo, F., F. J. Kummer, J. D. Zuckerman, T. Lyon, B. Blair, and T. Olsen. The influence of acromioclavicular joint morphology on rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg*. 7:555-559, 1998.
26. Cyriax, J. *Textbook of Orthopaedic Medicine: Diagnosis of Soft Tissue Lesions*: Williams and Wilkins, 1970, Baltimore
27. De Luca, C. J. and W. J. Forrest. Some properties of motor unit action potential trains recorded during constant force isometric contractions in man. *Kybernetik*. 12:160-168, 1973.
28. Determe, D., M. Rongieres, J. Kany, J. M. Glasson, Y. Bellumore, M. Mansat, and J. Becue. Anatomic study of the tendinous rotator cuff of the shoulder. *Surg Radiol Anat*. 18:195-200, 1996.
29. Edwards, T. B., S. Baghian, D. C. Faust, and R. B. Willis. Results of latissimus dorsi and teres major transfer to the rotator cuff in the treatment of Erb's palsy. *J Pediatr Orthop*. 20:375-379, 2000.
30. Ellman, H., G. Hanker, and M. Bayer. Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*. 68:1136-1144, 1986.
31. Freund, R. K., J. K. Terzis, L. Jordan, and G. Taylor. Modified latissimus dorsi and teres major transfer for external rotation deficit of the shoulder. *Orthopedics*. 9:505-506, 1986.
32. Fuchs, B., D. Weishaupt, M. Zanetti, J. Hodler, and C. Gerber. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg*. 8:599-605, 1999.
33. Fukuda, H., K. Hamada, T. Nakajima, and A. Tomonaga. Pathology and pathogenesis of the intratendinous tearing of the rotator cuff viewed from en bloc histologic sections. *Clin Orthop Relat Res*:60-67, 1994.
34. Gartsman, G. M. Massive, irreparable tears of the rotator cuff. Results of operative debridement and subacromial decompression. *J Bone Joint Surg Am*. 79:715-721, 1997.
35. Gazielly, D. F., P. Gleyze, and C. Montagnon. Functional and anatomical results after rotator cuff repair. *Clin Orthop Relat Res*:43-53, 1994.
36. Gerber, C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff. *Clin Orthop Relat Res*:152-160, 1992.
37. Gerber, C. Treatment of massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Br* 77 [SuppIII]. 138, 1995.
38. Gerber, C., B. Fuchs, and J. Hodler. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am*. 82:505-515, 2000.
39. Gerber, C. and R. J. Krushell. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 73:389-394, 1991.
40. Gerber, C., G. Maquieira, and N. Espinosa. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am*. 88:113-120, 2006.

41. Gerber, C., A. G. Schneeberger, M. Beck, and U. Schlegel. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br.* 76:371-380, 1994.
42. Gerber, C., A. G. Schneeberger, S. M. Perren, and R. W. Nyffeler. Experimental rotator cuff repair. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am.* 81:1281-1290, 1999.
43. Gerber, C., T. S. Vinh, R. Hertel, and C. W. Hess. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res*:51-61, 1988.
44. Gohlke, F., T. Barthel, and A. Gandorfer. The influence of variations of the coracoacromial arch on the development of rotator cuff tears. *Arch Orthop Trauma Surg.* 113:28-32, 1993.
45. Goldberg, B. A., Scarlet, M., Matsen, F.A. Functional results of non operative management of full thickness rotator cuff tears. *ASES- 16th Open Annual Meeting* 2000.
46. Goutallier, D., J. M. Postel, J. Bernageau, L. Lavau, and M. C. Voisin. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res*:78-83, 1994.
47. Habermeyer, P., Lehmann, L. Rotatorenmanschette, Rotatorenintervall und lange Bizepssehne. In: *Schulterchirurgie*. P. Habermeyer (Ed.) München, Jena: Urban und Fischer, 2002, pp. 361-362.
48. Habermeyer, P., Lehmann, L. Rotatorenmanschette, Rotatorenintervall und lange Bizepssehne. In: *Schulterchirurgie*. P. Habermeyer (Ed.) München, Jena: Urban und Fischer, 2002, pp. S. 334-338.
49. Halder, A. Pathogenese der Rotatorenmanschettenruptur. In: *Abstractband: Schulter und Ellenbogen- Problemzonen und Streitfragen*. F. Göbel, Hein, W. (Ed.) Halle/saale: 9. Jahrestagung des Arbeitskreises Mitteldeutscher Orthopädischer Universitätskliniken, 2005, März.
50. Hall, S. J. The biomechanics of the human upper extremity. In: *Basic Biomechanics*. H. Susan (Ed.) St. Louis: Mosby, 1995, p. 168.
51. Hamada, K., H. Fukuda, M. Mikasa, and Y. Kobayashi. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation. *Clin Orthop Relat Res*:92-96, 1990.
52. Harryman, D. T., 2nd, L. A. Mack, K. Y. Wang, S. E. Jackins, M. L. Richardson, and F. A. Matsen, 3rd. Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 73:982-989, 1991.
53. Harryman, D. T., 2nd, J. A. Sidles, J. M. Clark, K. J. McQuade, T. D. Gibb, and F. A. Matsen, 3rd. Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. *J Bone Joint Surg Am.* 72:1334-1343, 1990.
54. Hawkins, R. J., W. D. Morin, and P. M. Bonutti. Surgical treatment of full-thickness rotator cuff tears in patients 40 years of age or younger. *J Shoulder Elbow Surg.* 8:259-265, 1999.
55. Hedtmann, A. Rekonstruktive Eingriffe an der Rotatorenmanschette. In: *Abstractband Schulter und Ellenbogen-Problemzonen und Streitfragen*. F. Göbel, Hein, W. (Ed.) Halle/Saale: 9. Jahrestagung des Arbeitskreises Mitteldeutscher Orthopädischer Universitätskliniken, 2005, März, p. 10.
56. Hedtmann, A., Fett, H. In: *Atlas und Lehrbuch der Ultraschall Diagnostik* Stuttgart: Enke, 1991.
57. Hersche, O. and C. Gerber. Passive tension in the supraspinatus musculotendinous unit after long-standing rupture of its tendon: a preliminary report. *J Shoulder Elbow Surg.* 7:393-396, 1998.

58. Hertel, R., F. T. Ballmer, S. M. Lombert, and C. Gerber. Lag signs in the diagnosis of rotator cuff rupture. *J Shoulder Elbow Surg.* 5:307-313, 1996.
59. Herzberg, G., J. P. Urien, and J. Dimnet. Potential excursion and relative tension of muscles in the shoulder girdle: relevance to tendon transfers. *J Shoulder Elbow Surg.* 8:430-437, 1999.
60. Himeno, S., Tsumura, H. The role of the rotator cuff as a stabilizing mechanism of the shoulder. In: *Surgery of the shoulder.* J. E. Bateman, Welsh, R.P. (Ed.) St. Louis, Toronto, London: Mosby, 1984.
61. Hoffer, M. M. and G. J. Phipps. Closed reduction and tendon transfer for treatment of dislocation of the glenohumeral joint secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 80:997-1001, 1998.
62. Howell, S. M. and B. J. Galinat. The glenoid-labral socket. A constrained articular surface. *Clin Orthop Relat Res:*122-125, 1989.
63. Huber, W. P. and R. V. Putz. Periarticular fiber system of the shoulder joint. *Arthroscopy.* 13:680-691, 1997.
64. Iannotti, J. P., S. Hennigan, R. Herzog, S. Kella, M. Kelley, B. Leggin, and G. R. Williams. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable posterosuperior rotator cuff tears. Factors affecting outcome. *J Bone Joint Surg Am.* 88:342-348, 2006.
65. Ide, K., Y. Shirai, and H. Ito. Sensory nerve supply in the human subacromial bursa. *J Shoulder Elbow Surg.* 5:371-382, 1996.
66. Itoi, E., L. J. Berglund, J. J. Grabowski, F. M. Schultz, E. S. Growney, B. F. Morrey, and K. N. An. Tensile properties of the supraspinatus tendon. *J Orthop Res.* 13:578-584, 1995.
67. Jobe, F. W. and C. M. Jobe. Painful athletic injuries of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res:*117-124, 1983.
68. Kapandji, I. A. Obere Extremität. In: *Funktionelle Anatomie der Gelenke.* I. A. Kapandji (Ed.): Enke, 1992, pp. 2, 20, 26, 28, 50, 68, 70.
69. Kelly, I. G. The Shoulder. In: *Postgraduate textbook of clinical orthopaedics.* R. B. Nigel H. Harris (Ed.) Bristol: Wright, 1983, p. 787.
70. L'Episcopo. Tendon transplantation in obstetrical paralysis. *Am J Surg.* 25:122, 1934.
71. Lanz, T., Wachsmuth, W. Arm. In: *Praktische Anatomie, Teil III,* 2. T. Lanz (Ed.) Heidelberg: Springer, 1959.
72. Lippitt, S. and F. Matsen. Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin Orthop Relat Res:*20-28, 1993.
73. Loehr, J. F., P. Helmig, J. O. Sojbjerg, and A. Jung. Shoulder instability caused by rotator cuff lesions. An in vitro study. *Clin Orthop Relat Res:*84-90, 1994.
74. Loew, M., P. Habermeyer, E. Wiedemann, M. Rickert, and F. Gohlke. [Recommendations for diagnosis and expert assessment of traumatic rotator cuff lesions]. *Unfallchirurg.* 103:417-426, 2000.
75. Loew, M., Habermeyer, P., Wiedemann, E., Rickert, M., Gohlke, F. Empfehlung zur Diagnostik und Begutachtung der traumatischen Rotatorenmanschettenläsion. *Unfallchirurg-103:*417-426, 2000.
76. Lohr, J. F. and H. K. Uhthoff. The microvascular pattern of the supraspinatus tendon. *Clin Orthop Relat Res:*35-38, 1990.
77. Marèchal, E. Ruptures dégénératives de la coiffe des rotateurs de l'épaule: Evaluation fonctionnelle: Résultats du traitement chirurgical. *Thèse N. 5.* Faculté de Médecine Grange, Blanche, Université Claude Bernard, Lyon I, France, 1990.
78. Meyer, A. W. Chronic functional lesions of the shoulder. *Arch Orthop Trauma Surg* 35:646-674, 1937.

79. Milgrom, C., M. Schaffler, S. Gilbert, and M. van Holsbeeck. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br.* 77:296-298, 1995.
80. Moseley, H. F. Shoulder Lesions. In: *Shoulder Lesions* Edinburgh: Churchill Livingstone, 1972, p. 28.
81. Moseley, H. F. and I. Goldie. The Arterial Pattern of the Rotator Cuff of the Shoulder. *J Bone Joint Surg Br.* 45:780-789, 1963.
82. Nakagaki, K., J. Ozaki, Y. Tomita, and S. Tamai. Fatty degeneration in the supraspinatus muscle after rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg.* 5:194-200, 1996.
83. Neer, C. S., 2nd. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res*:70-77, 1983.
84. Neer, C. S., 2nd, Poppen, N.K. The supraspinatus outlet. *Orthopade Trans* 11:234, 1987.
85. Pagnotta, A., M. Haerle, and A. Gilbert. Long-term results on abduction and external rotation of the shoulder after latissimus dorsi transfer for sequelae of obstetric palsy. *Clin Orthop Relat Res*:199-205, 2004.
86. Patte, D. and J. Debeyre. [Comparative trial of 2 series of ruptures of surgically and non-surgically treated rotary cuffs]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 74:327-328, 1988.
87. Patte, M. D. Classification of Rotator Cuff Lesions. *Clin Orthop Relat Res.* Number 254, 1990, May.
88. Pauwels, F. Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Springer, Heidelberg, 1965.
89. Perthes, G. Über Operationen bei habitueller Schulterluxation. *Deutsche Z Chir*;:199-287, 1906.
90. Pfuhl, W. Das subakromiale Nebengelenk des Schultergelenks. *Morph.Jb.* 73:300-346, 1934.
91. Plafki, C., A. Hedtmann, H. Fett, A. Lutke, and R. E. Willburger. [Results of surgical therapy of ruptures of the rotator cuff of the shoulder]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 135:360-367, 1997.
92. Platzer, W. Obere Extremität. In: *Taschenatlas der Anatomie, Band I: Bewegungsapparat.* W. Platzer (Ed.) Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1999, pp. 112, 136.
93. Putz, R. V. Topographie und funktionelle Anatomie des Schultergürtels und des Schultergelenks. In: *Schulterchirurgie.* P. Habermeyer (Ed.) München, Jena: Urban und Fischer, 2002, pp. 2-17.
94. Rathbun, J. B. and I. Macnab. The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br.* 52:540-553, 1970.
95. Revill, S. I., J. O. Robinson, M. Rosen, and M. I. Hogg. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia.* 31:1191-1198, 1976.
96. Rickert, M., H. Georgousis, and U. Witzel. [Tensile strength of the tendon of the supraspinatus muscle in the human. A biomechanical study]. *Unfallchirurg.* 101:265-270, 1998.
97. Rittmeister, M. and F. Kerschbaumer. Grammont reverse total shoulder arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis and nonreconstructible rotator cuff lesions. *J Shoulder Elbow Surg.* 10:17-22, 2001.
98. Rockwood, C. A., Jr., G. R. Williams, Jr., and W. Z. Burkhead, Jr. Debridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 77:857-866, 1995.
99. Scheibel, M. and P. Habermeyer. [Current procedures for clinical evaluation of the shoulder]. *Orthopade.* 34:267-283, 2005.

100. Schoierer, O., G. Herzberg, E. Berthonnaud, J. Dimnet, R. Aswad, and A. Morin. Anatomical basis of latissimus dorsi and teres major transfers in rotator cuff tear surgery with particular reference to the neurovascular pedicles. *Surg Radiol Anat.* 23:75-80, 2001.
101. Takagishi, N. Conservative treatment of the ruptures of the rotator cuff. *J. Japanese Orthop. Assn.* 52:781-787, 1978.
102. Thomazeau, H., E. Boukobza, N. Morcet, J. Chaperon, and F. Langlais. Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop Relat Res*:275-283, 1997.
103. Thomazeau, H., Lucas, C. The Cuff. In: *The Cuff*. D. F. Gaziells, Gleyze, P., Thomas, T. (Ed.) Paris: Elsevier, 1997, pp. 92-94.
104. Tillmann, B. P., Tichy, P. Biomechanik des Schultergelenks. In: *Periartikuläre Schultererkrankungen. Bd. 8, Buchreihe für Orthopädie u. orthopädische Grenzgebiete*. A. Reichelt (Ed.) Uelzen: ML-Verlag, 1984.
105. Tittel, K. Passiver und aktiver Bewegungsapparat. In: *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. K. Tittel (Ed.) Jena, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1994, pp. 129-132.
106. Uhthoff, H. K. and J. W. Loehr. Calcific Tendinopathy of the Rotator Cuff: Pathogenesis, Diagnosis, and Management. *J Am Acad Orthop Surg.* 5:183-191, 1997.
107. Vasiu, P. S., A. V. Hess, and D. P. Grogan. Sever-L'Episcopo tendon transfer in obstetric brachial plexus palsy. *J South Orthop Assoc.* 9:8-12; discussion 12, 2000.
108. Walch, G., A. Boulahia, S. Calderone, and A. H. Robinson. The 'dropping' and 'horn-blower's' signs in evaluation of rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Br.* 80:624-628, 1998.
109. Warner, J. J. and I. M. t. Parsons. Latissimus dorsi tendon transfer: a comparative analysis of primary and salvage reconstruction of massive, irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 10:514-521, 2001.
110. Watson, M. The impingement syndrome in sportsmen. In: *Surgery of the shoulder*. J. E. Bateman, Welsh, R.P. (Ed.) Philadelphia: Decker, 1984, pp. 140-142.
111. Weineck, J. Obere Extremität. In: *Sportanatomie*. J. Weineck (Ed.) Balingen: Spitta Verlag GmbH, 2003, p. 128.
112. Wiedemann, E., Löhr, J.F. Pathologie und Pathomechanik der Schulter. In: *Schulterchirurgie*. P. Habermeyer, Krueger, P., Schreiber, L. (Ed.) München, Jena: Urban und Schwarzenberg, 2002, pp. 21-44.
113. Yergason, R. M. Supination Sign. *J Bone Joint Surg.* 13, 1931.
114. Yian, E. H., A. J. Ramappa, O. Arneberg, and C. Gerber. The Constant score in normal shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 14:128-133, 2005.
115. Zanetti, M., C. Gerber, and J. Hodler. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol.* 33:163-170, 1998.

7 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AHA	Acromiohumeraler Anstand
ARO	Außenrotation
A (= Anno)	Jahr
CS	Constant Score
EAP	Erweiterte ambulante Physiotherapie
Fig.	Figur
HK	Humeruskopf
IRO	Innenrotation
ISP	Infraspinatus
KM	Kontrastmittel
LBS	Lange Bizepssehne
LD	Latissimus dorsi
M.	Musculus
Mm.	Musculi
N.	Nervus
PE	Potential Excursion
Präop.	Präoperativ
Postop.	Postoperativ
ROM	Range of motion, Bewegungsausmaß
RT	Relative Tension
RM	Rotatorenmanschette
SD	Standardabweichung
SSP	Supraspinatus
SSC	Subscapularis
Tab.	Tabelle
Tub.	Tuberculum

8 Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name	Nora Sophie Rappold
Geburtstag	03. Juni 1981
Geburtsort	Heidelberg

Beruflicher Werdegang

Seit 01/2009	Assistenzärztin, Universitätsfrauenklinik, Heidelberg
10/2008 - 12/2008	Assistenzärztin, Gynäkologie, Salem Krankenhaus, Heidelberg

Promotion

01/2006 – 08/2008	“Operationstechnik nach L´ Episcopo zur Wiederherstellung der Schulterfunktion bei posterosuperioren Rotatorenmanschettenrupturen“ bei Prof. Dr. med. habil. Peter Habermeyer. Schulter- und Ellenbogenchirurgie (ATOS-Klinik Heidelberg).
-------------------	--

Universität

06/2008	Approbation
06/2008	Ärztliche Prüfung
09/2003	Ärztliche Vorprüfung
Seit 10/2001	Studium der Humanmedizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Praktisches Jahr

04/2007 – 07/2007	Chirurgie, Salem Krankenhaus, Heidelberg
12/2006 – 04/2007	Dermatologie, Universitätsklinik, Heidelberg
08/2006 – 12/2006	Innere Medizin, St. Vincentius Krankenhaus, Heidelberg

Famulaturen

03/2006	Internistische Praxis, Mannheim
01/2006 – 02/2006	Chirurgische Praxis, Heidelberg
07/2005 – 08/2005	Universitätsklinik (Gynäkologie), Heidelberg
09/2004	ATOS-Klinik (Chirurgie), Heidelberg
08/2004	Deutsches Herzzentrum (Kinderkardiologie), München

Praktika

02/2006	Pädiatrische Praxis, Mannheim
03/2002 – 04/2002	Pflegepraktikum ATOS-Klinik, Heidelberg
12/1999	Pflegepraktikum St. Elisabeth Krankenhaus, Heidelberg

Schul Ausbildung

06/2001	Allgemeine Hochschulreife
01/1999 – 08/1999	Austauschschülerin im Bath College, Bath, England
1992 - 2001	St. Raphael Gymnasium, Heidelberg
1988 - 1992	Mönchhof-Grundschule, Heidelberg

Weitere Tätigkeit

2001 – 2006	Studentische chirurgische Assistenz, ATOS-Klinik, Heidelberg
-------------	--

9 Danksagung

Zuerst möchte ich Herrn Prof. Dr. med. habil. Peter Habermeyer für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und die von ihm jederzeit gewährte Unterstützung meinen herzlichen Dank aussprechen.

Ganz besonderen Dank schulde ich Frau Dr. med. Petra Magosch für ihre uneingeschränkte Hilfsbereitschaft. Ihre immerwährende Geduld und Zeit, die sie mir trotz ihrer ständigen klinischen und wissenschaftlichen Belastung entgegen brachte, war für mich beispiellos.

Zuletzt bedanke ich mich herzlich bei Nhu-Cuong Ngo, Marco Roos und Dirk Zuhorn für ihr Engagement und ihre konstruktive Hilfe.